
அணு
உங்கள்
ஊழியன்
தமிழில்
தி. ஜானகிராமன்

அணு உங்கள் ஊழியன்

★

விற்பனை உரிமை:

ஸ்டார் பிரசுரம்
66, பெரிய தெரு,
திருவல்லிக்கேணி, சென்னை-5

முதற் பதிப்பு—1966
மொழிபெயர்ப்பு

விலை ரூ. 3–00

ATOMS AT YOUR SERVICE
BY HENRY A. DUNLAP and HANS N. TUCH

TRANSLATED IN TO TAMIL BY
T. JANAKIRAMAN

PUBLISHED BY
JOTHI NILAYAM
Madras-18

COVER DESIGN AND INSIDE ILLUSTRATIONS BY
M. R. KRISHNAN

Printed at Ranga Printers, Madras-14

Sole Distributor
STAR PUBLICATIONS
66, Big Street,
TRIPLICANE, MADRAS-5

அணு உங்கள் ஊழியன்

மூல ஆசிரியர்கள்
ஹென்றி ஏ. டன்லப்
ஹான்ஸ் என். டச்
தமிழாக்கம் :
தி. ஜானகிராமன்

ஜோதி நிலையம்
சென்னை - 18

விலை ரூ. 3-00

ATOMS AT YOUR SERVICE
BY HENRY A. DUNLAP and HANS N. TUCH

TRANSLATED IN TO TAMIL BY
T. JANAKIRAMAN

PUBLISHED BY
JOTHI NILAYAM
Madras-18

COVER DESIGN AND INSIDE ILLUSTRATIONS BY
M. K. [illegible]

Printed at [illegible] Printers, Madras-14

Sole Distributor
STAR PUBLICATIONS
[illegible], Big Street,
TRIPLICANE, MADRAS-5

அணு உங்கள் ஊழியன்

மூல ஆசிரியர்கள்

ஹென்றி எ. டன்லப்

ஹான்ஸ் என். டச்

தமிழாக்கம் :

தி. ஜானகிராமன்

ஜோதி நிலையம்
சென்னை - 18

உள்ளடக்கம்

முன்னுரை

நாம் வாழும் அணுயுகம் எப்பொழுது ஆரம்பமாயிற்று? ரேடியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட காலத்திலிருந்தா? பொருளுக்கும் சக்திக்கும் உள்ள தொடர்பை ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டைன் விளக்கிய காலத்திலிருந்தா? ஹானும் ஸ்ட்ராஸ்மனும் 1938-ல் அணு பிளவை ஆராய்ந்து உண்மைகளைக் கண்ட காலத்திலிருந்தா? எப்படியிருப்பினும் அணுயுகம் தோன்றிவிட்டது என்பதுதான் முக்கியம்.

முன்பெல்லாம் 'அணு' என்றால் "மிக மிக நுண்ணிய, சிறிய" என்று ஒரு [illegible] இருந்து வந்தது. இப்பொழுது "அணு" என்றால் "பெரும் நாசம் விளைவிக்கக்கூடிய" ஏதோ ஒன்று என்று மக்கள் நடுங்குகிறார்கள். அணுசக்தி என்று சொன்னாலே ஏதோ பெரிய மர்மம் என்றும், அணுவைப் பல ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் இரகசியமாக ஆராய்ச்சி நடத்தி வரும் கணித மேதைகளுக்கே அந்த மர்மம் விளங்கும் என்றும் மக்கள் எண்ணத் தொடங்கிவிட்டார்கள். அவ்வளவு பெரிய இரகசியம் அல்ல அது. அதைப் புரிந்துகொள்ள எவரும் உண்மையாக விரும்பினால், கட்டாயம் அது புரியும்.

புரியும் என்றால், எல்லாருக்கும் ஒரே இரவில் அணு விஞ்ஞானிகளாக ஆகிவிட முடியும் என்று அர்த்தமில்லை. [illegible]

வும். ஆனால் அணுசக்தியைப் பற்றிச் சில அடிப்படையான தகவல்களை யாரும் புரிந்து கொள்ள முடியும். அணு விஞ்ஞானிமாதிரி ஆராய முடியாது. ஆனால் சாதாரண மக்களுக்கு அணுசக்தி எப்படி பயனளிக்கும், என்ன நன்மையளிக்கும் என்பதை யாருமே புரிந்து கொள்ளலாம்.

இந்தப் புத்தகத்தின் முதல் அத்தியாயத்தை நன்கு படித்துப் புரிந்து கொண்டால் பின்வரும் அத்தியாயங்கள் எளிதில் புரியும். அணு என்பது என்ன, அது எப்படி இயங்குகிறது, சக்தி எப்படி அதிலிருந்து வெளிப்படுத்தப் படுகிறது, கதிரியக்கம் என்றால் என்ன, அணுமையம் எப்படிப் பிளக்கிறது—இந்தச் செய்திகள் எளிய முறையில் முதல் அத்தியாயத்தில் கூறப்பட்டுள்ளன.

அதன் பின்பு, அணுசக்தியை எப்படிக் கட்டுப்படுத்தி உபயோகிக்கிறார்கள் என்று விளக்கியிருக்கிறோம். அணுசக்தியின் வளர்ச்சியில் அமெரிக்கா எத்தனையோ காரியங்களைச் சாதித்திருக்கிறது. அணுசக்தியின் ஆக்கப் பயன்களைப் பற்றி அது ஆராய்ந்து பெற்ற அறிவை உலகம் முழுவதும் பகிர்ந்து கொள்ள வேண்டும் என்று அது முயன்று வந்திருக்கிறது. இந்த முயற்சியில் முனைந்த முதல் நாடு அமெரிக்காவே என்றுகூடச் சொல்லலாம். ஆகவே, அமெரிக்காவில் அணுசக்தி ஆராய்ச்சி வளர்ந்த கட்டங்களையும் இந்நூலில் கூறியிருக்கிறோம். மற்ற நாடுகளில் அவ்வாராய்ச்சி எப்படி முன்னேறிற்று, முன்னேறிவருகிறது என்ற செய்திகளைக் கூறவேண்டுமானால், அதற்குப் பல புத்தகங்கள் வேண்டும். அணுசக்தி சம்பந்தமாக அமெரிக்கா தனி உரிமை ஒன்றும் பெற்றிருக்கவில்லை. அந்தத் துறையின் பல பிரிவுகளில், பிறநாடுகளின் ஒத்துழைப்பைக்கொண்டு அமெரிக்கா எவ்வளவோ சாதித்திருக்கிறது. மேலும் பல விஞ்ஞானிகள் அமெரிக்காவில் வந்து தங்கியோ, குடியேறியோ, அணு விஞ்ஞானம் வளர உதவியிருக்கிறார்கள். அவர்களில் பலர் தாங்கள் பிறந்த நாட்டில் இன்னலுக்கும் அடக்குமுறைக்கும் உள்ளானவர்கள். இவர்கள் அமெரிக்காவுக்குச் செய்த சேவைக்கு ஈடாக, அணுசக்தி பற்றிய அறிவை அமெரிக்கா உலகின் மற்ற நாடுகளுக்கும் மனமுவந்து அளித்திருக்கிறது.

கதிரியக்கம் உடலில் பட்டுத் தீயை உண்டாக்குவது ஆராய்ச்சிக்குரிய முக்கியமான செய்தியாகும். அது அணுகுண்டு வெடித்து ஏற்பட்டாலும், வைத்தியரின் எக்ஸ்-ரே இயந்திரத்திலிருந்து வந்தாலும், கதிரியக்கத்தை நாம் எந்த அளவுக்குத் தாங்க முடியும் என்பதை அறிந்து கொள்ள ஆவலுறுகிறோம். அணுசக்தியின் இந்தத் துறையைப் போல, வேறு எந்தத் துறையையும் இவ்வளவு தீவிரமாக விஞ்ஞானிகள் ஆராயவில்லை என்று சொல்லலாம். ஏனெனில் மனித வர்க்கத்தின் வருங்கால நலத்தைப் பாதிக்கும் பிரச்னை இது.

அணுவின் இரகசியத்தைத் திறந்து காட்டிய பல விஞ்ஞானத் துறைகளின் வரலாற்றை இந்நூலில் கூறவில்லை. அதைப்பற்றிப் பல நூல்கள் வெளியாகியுள்ளன. சுவையுள்ள வரலாறாக இருப்பினும், அணுசக்தி என்பது என்ன, நம் வாழ்க்கைக்கும் அதற்கும் என்ன தொடர்பு என்ற செய்திகளை அறிய அந்த வரலாறு அவ்வளவாகப் பயன்படாது.

8

[illegible] அணுசக்தியின் வரலாற் [illegible] மேதைகளைப்பற்றியும் [illegible] அவர்களைப் பற்றியும் வேறு [illegible]

[illegible]

அணுசக்தியும் அதன் சாதனைகளும் பயன்களும்

[illegible]

[illegible]

முழுவதும் அந்த நம்பிக்கையை ஓரளவுக்கு நிறை வேற்றவில்லை.

ஆனால் பெரும் சோதனைகளும் அரிய சாதனைகளும் இன்னும் [illegible] இருக்கின்றன. எல்லாமே காரி யங்கள் சரியான படித்தான் போகின்றன என்ற நம்பிக் கையில் அமெரிக்காவின் ஜனாதிபதி என்ற முறையில், ஓர் உறுதிமொழி கூற விரும்புகிறேன். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் அரசாங்கம் இந்த உலக ஸ்தா பனத்தை [illegible] ஆக்கத்தோடு பலமாக ஆதரிக்கும் என்பதுதான் அந்த உறுதிமொழி. எல்லா நாடுகளுக் கும் அமைதியையும் எல்லாமக்களுக்கும் இன்பத்தையும் வழங்குவதில் உங்களுடைய அறிவின், தைரியத்தின், நம்பிக்கையின் மூலமாக நீங்கள் அளிப்பீர்கள் என்ற திடமான நம்பிக்கையை ஆதாரமாகக் கொண்டு அமெ ரிக்க அரசாங்கம் அந்த ஆதரவைத் தரும்.

பெர்முடாவில் செய்த முடிவுகளைப்பற்றி நானாக இப்பொழுது ஒன்றும் சொல்வதற்கில்லை. ஆயினும் உங்கள் சாசனத்தில் பொறிக்கப்பட்டுள்ள அதே சித் தாந்தங்களைத்தான் நாங்களும் அங்கு எட்ட முயன்றோம். உலக அமைதி, மனிதனின் அடிப் படையான பெருமதிப்பு—இவையே அந்த தத்துவங் களாகும்.

பகற்கனவுகளோடும் [illegible] வாயளவில் கூறிவிட்டுப் போவதற்காக ஏற்பட்டதல்ல இந்த மாநாடு.

மானிடரைப் பயமுறுத்தும் ஆபத்து

எனக்கே பல மாதங்களாக என் உள்ளத்திலும் என் நாட்டின் உள்ள சட்டமன்ற, நிர்வாகத் துணைவர்களின் உள்ளங்களிலும் உருவெடுத்துள்ள சில செய்திகளை

இந்தச் சமயத்தில் நான் கூறவேண்டும் என்று எனக் குப் பட்டது. அமெரிக்க மக்களுக்கு இதைச் சொல்ல வேண்டும் என்று முதலில் நான் நினைத்ததை இப்போது உங்களுக்குச் சொல்கிறேன்.

எனக்கு ஒரு நம்பிக்கை. இவ்வுலகில் ஏதோ ஒரு பெரிய ஆபத்திருந்தால், அது எல்லோரையும் பாதிக் கும். அதே போல ஒரு நாட்டுக்கு நல்ல நம்பிக்கை ஒன்றிருந்தால், அதிலும் எல்லா நாடுகளுக்கும் பங்கு உண்டு. என்னுடைய இந்த நம்பிக்கை அமெரிக்க மக்களுக்கும் உண்டு என்று எனக்குத் தெரியும்.

கடைசியாக, உலகத்தில் தற்போதுள்ள கெடுபிடி யைக் குறைப்பதற்காக ஏதாவது முயற்சி மேற்கொள் ளப்படுமானால், அதை உங்களிடம் சொல்வதைவிட வேறு யாரிடம் சொல்வது? ஐ. நா. சபையின் பொதுப் பேரவையைவிட ஒரு நல்ல சபை எனக்குக் கிடைத்து விடாது.

நான் இன்று பேசப்போவது ஓரளவுக்குப் புதிய மொழி என்றே சொல்லலாம். இராணுவ வாழ்க்கையில் நீண்டகாலம் கழித்துவிட்ட நான் இம்மாதிரியாகப் பேச விரும்பியிருக்கவே மாட்டேன்.

என்ன மொழி அது? அதுதான் அணுயுத்தம்.

அணுயுகம் இப்பொழுது வேகமாக முன்னேறிக் கொண்டிருக்கிறது. அது எவ்வளவு தூரம் முன்னேறி யுள்ளது, அதன் முக்கியத்துவம் என்ன என்று ஓரள வுக்காவது உலக மக்கள் அனைவரும் புரிந்துகொண்டி ருப்பார்கள். அமைதியைத் தேடிப்பிடிக்க அறிவுள்ள வழி எது என்று யாராவது இப்பொழுது தேடவிரும் பினால், இன்றுள்ள நிலைமையை அவர் நன்றாகத் தெரிந்துகொண்டிருக்க வேண்டும்.

அணுசக்தியின் அபார பலத்தையும் ஆபத்தையும் நான் எடுத்துச் சொல்லும்பொழுது ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் முயற்சிகளைப்பற்றியே அதிகமாகச் சொல்ல வேண்டியிருக்கும். இது, தவிர்க்க முடியாதது. ஏனெனில், அமெரிக்காவின் முயற்சிகளைப்பற்றித்தான் எனக்கு நிச்சயமாகத் தெரியும். ஆயினும், இந்தப் பிரச்னை ஒரு நாட்டை மட்டும் சார்ந்ததன்று; உலகம், அனைத்திற்குமே உரியது என்பதை இப் பேரவைக்கு நான் கூறவேண்டியது அவசியமில்லை.

அணுசக்தியினல் விளையக்கூடிய பயங்கள்

1945, ஜுலை 16-ந் தேதியன்று இவ்வுலகிலேயே முதல் அணுகுண்டை வெடித்தது அமெரிக்கா.

அன்று தொடங்கி இன்றுவரை நாற்பத்திரண்டு குண்டுகளை சோதனையாக அது வெடித்தும் இருக்கிறது.

அணுயுகம் தோன்றிய அன்று இருந்ததைவிட இருபத்தைந்து மடங்கு வலிமை பொருந்தியவை இன்று செய்யப்படும் அணுகுண்டுகள், ஹைடிரஜன் குண்டுகளோ TNT குண்டுகளைப் போலப் பல லட்சம் மடங்கு சக்தி உள்ளவை.

இன்று அமெரிக்கா திரட்டிவைத்திருக்கும் அணு குண்டுகள், —இவை நாளுக்கு நாள் பெருகிவருகின்றன—இரண்டாம் உலக யுத்தம் நடந்த பொழுது வெடித்த எல்லாத் துப்பாக்கி ரவைகளையும் விமான குண்டுகளையும் சேர்த்தால் என்ன வெடிப்புச் சக்தி கிடைக்குமோ, அவை எல்லாவற்றையும் விடப் பன் மடங்கு அதிகமான வெடிப்புச் சக்தி கொண்டவை.

கடலிலிருந்தோ தரையிலிருந்தோ கிளம்பி, வானில் ஏறிய ஒரு விமானப் படை இன்று வெடிக்கக் கூடிய குண்டுகள், இரண்டாம் உலக யுத்தத்தில் பிரிட்டன்

மீது விழுந்த எல்லா குண்டுகளின் தொகுதியையும்விட அதிகப் பலமுள்ளவையாக இருக்கும்.

அளவிலும் வகையிலும் அணு ஆயுதங்கள் பிரமிக்கத் தக்கவாறு வளர்ந்திருக்கின்றன. மற்றச் சாதாரண ஆயுதங்களைப் போல படையினரால் கையாளப்படும் அளவுக்கு இந்த வளர்ச்சி முன்னேறியிருக்கிறது. அமெரிக்க இராணுவத்தின் தரைப்படை, கடற்படை, விமானப்படை, எல்லாம் இந்த ஆயுதத்தை போரில் பயன்படுத்தும் திறமை பெற்றுள்ளன.

ஆனல் அணுவின் இந்தப் பயங்கரமான இரகசியமும் கோரமான இயந்திரங்களும் இப்பொழுது நம்மிடையே மட்டும் இல்லை.

நம்முடைய நண்பர்களும் தோழர்களுமான கிரேட் பிரிட்டனுக்கும், கானடாவுக்கும் இந்த இரகசியம் தெரியும். அணு சம்பந்தமான முதல் புதுமைகளை நாங்கள் கண்டுபிடித்த பொழுதும், அணுகுண்டை உருவாக்கிய பொழுதும் இந்த நாடுகளின் விஞ்ஞான மேதை பெரும் அளவில் உதவியது.

சோவியத்து யூனியனுக்கும் அணுவின் ரகசியம் தெரியும்.

சமீபகாலத்தில் அணு ஆயுதங்களைத் தயாரிக்க ஏராளமான வகை வளங்களைச் செலவிட்டிருப்பதாக சோவியத்து யூனியன் அறிவித்திருக்கிறது. இந்த காலத்தில் எத்தனையோ வித அணு ஆயுதங்களை அது வெடித்திருக்கிறது. அந்த ஆயுதங்களிடையே ஹைடிரஜன் குண்டும் உண்டு.

அணுசக்தி இனித் தனி உரிமை அன்று

ஒரு காலத்தில் அணுசக்தி ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் ஏகபோக உரிமையாக இருந்தது என்பது

உண்மைதான். ஆனால் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பேயே இந்த நிலை முற்றுப் பெற்றுவிட்டது. முதல் முதல் தொடங்கினோம் என்ற காரணத்தினால் அணு ஆயுதங்கள் எங்களிடம் ஏராளமாக இருந்தாலும், அணுத்துறையில் இன்று இரண்டு விஷயங்கள் அதைவிட முக்கியத்தும் பெற்றுவிட்டன. அவை என்ன ?

முதலாவதாக, பல தேசங்கள் கொண்டுள்ள அணு சக்தியறிவு நாளடைவில் மற்ற நாடுகளுக்கும், ஏன், எல்லா நாடுகளுக்குமே கிட்டிவிடும்.

இரண்டாவதாக, எத்தனை அதிக அளவுக்கு ஆயுதங்கள் இருந்தாலும், அதன் பயனாக ஒரு தாக்குதலுக்கு நல்ல பதில் கொடுத்து முற்றிலும் அழித்துவிடக்கூடிய சக்தியிருந்தாலும், அத்துணை லாபம் இல்லை. ஏனெனில், எதிரி எதிர்பாராத நிலையில் திடீரென்று முதல் தடவையாகத் தாக்கும் பொழுது, மயிர் சிலிர்க்கும் அளவில் எண்ணிறந்த உயிர்களும் பொருள்களும் நாசமாகி விடும். இதை எப்படித் தடுக்க முடியும் ?

இந்த ஆபத்தை ஓரளவு தெரிந்தும் தெரியாமலும், சுதந்திர நாடுகள் ஏராளமான பாதுகாப்புக்களையும் முன்னெச்சரிக்கைகளையும் மேற் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு செய்வதுதானே இயற்கை ? இந்தத் திட்டங்கள் இனி மேலும் மேலும் விரிவடையும் ; வேகமாகவும் நடைபெறும்.

ஆனால், இப்படிப் பாதுகாப்பிற்கும் ஆயுதங்களுக்குமாகப் பணத்தை வாரி இறைத்துவிட்டால், எந்த நாட்டின் நகரங்களையும் மக்களையும் எவ்விதத் தீங்கும் நிகழாமல், முற்றும் பாது காத்துவிடலாம் என்று ஒருவரும் நினைக்க வேண்டாம். அச்சுறுத்தும் அணு குண்டின் அளப்பரிய சக்தியைத் தடுப்பது அவ்வளவு எளிதான செயல் அன்று. நாம் எத்துணை வலிமை

யுடைய பாதுகாப்புகளைச் செய்திருந்தாலும், திடீர் என்று தாக்கக்கூடிய அளவுக்குத் தேவையான ஒரு சில அணு ஆயுதங்களை ஓர் எதிரி வைத்திருந்தாலே போதும் ; சொல்லொணாத, பயங்கரமான நாசங்களை அந்த எதிரியால் விளைவிக்க முடியும்.

ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் மீது அப்படி ஒரு தாக்குதல் நடந்தால், நாங்கள் உடனுக்குடனே, பலமாகத் திருப்பிக் கொடுக்க முடியும். எதிரிக்கு மிகப் பயங்கரமான சேதத்தை விளைவிக்கும் அளவுக்கு பாதுகாப்புகளைச் செய்து வைத்திருக்கிறோம். எதிரியின் நாடு முழுவதையும் நாசம் செய்து தரைமட்டமாக்கவும் முடியும். இதெல்லாம் உண்மைதான். ஆனால் அமெரிக்காவின் நோக்கம் அதுவே அன்று. இப்படிப் பெருமை கொள்வது அமெரிக்காவின் ஆசை, நம்பிக்கை, நோக்கம்—இவை அனைத்திற்கும் முரணானது.

நம் முயற்சிகளை இப்படியே கைவிடுவது உலகம் அழிந்து விடப்போகிறது என்ற நிராசைக்குத் தூபம் போடுவதுபோலாகும். உலகம் நடு நடுங்கி நிற்க இரண்டு அணு அரக்கர்கள்; சினம் பொங்க, ஒருவரை ஒருவர் பார்த்துக் கொண்டு நின்றால் என்ன நேரும் ? நாசம் விளைவது நிச்சயம். நாகரீகம் அடியோடு அழிந்துபோகும். தலைமுறை தலைமுறையாகப் பாடுபட்டு மனிதன் வளர்த்து வந்த அருமையான, இன்றியமையாத ஈடுசெய்ய முடியாத, நாகரீகம் மண்ணில் புதைந்து மடியும். காட்டுமிராண்டித் தனத்திலிருந்து நாகரீகம், நீதி, நற்பண்பு இவற்றை நோக்கி மனிதன் மீண்டும் தன் நீண்ட பிரயாணத்தை அடியிலிருந்து தொடங்க வேண்டியதாகிவிடும்.

இந்த நாசத்தை ஒரு வெற்றி என்று புத்தி ஸ்வாதீனமுள்ள எந்த மனிதனும் கருதமாட்டான். இவ்

வளவு நாசத்தையும் நெறிகேட்டையும் விளைவித்தவன் என்று வரலாறு தன்னை வர்ணிப்பதை எந்த மனிதனும் விரும்பமாட்டான்.

“ மாபெரும் நாசத்தை விளைவித்தவர்கள் ” என்று சிலரைப் பற்றிச் சரித்திர நூல்களில் படிக்கிறோம். ஆனால் அவர்கள் எப்பொழுதோ தோன்றுகிறவர்கள். சரித்திரப் புத்தகத்தை முழுதும் புரட்டினால், மனித வர்க்கம் அமைதிக்காகவே ஓயாமல் பாடுபட்டு வந்திருக்கிறது என்ற உண்மையும்; இறைவன் மனிதனுக்குத் தந்துள்ள நிர்மாண ஆற்றலுமே நம் கண்ணுக்குப் புலப்படுகின்றன.

இந்த உண்மைகளைத்தான் அமெரிக்கா நாடுகிறது. எப்பொழுதோ வந்துவிட்டுப்போன நாசகாரர்களோடு தன் பெயரைச் சேர்த்துக்கொள்ள அது விரும்பவில்லை. எனது நாடு படைக்க விரும்புகிறது. அழிக்க விரும்பவில்லை. அது வேண்டுவது போர் அன்று; சமரசம். நாடுகளினிடையே நல்லுறவு. சுதந்திரமாக அது வாழ விரும்புகின்றது. தன்னைப்போல எல்லா நாடுகளுமே தங்களுக்கு இஷ்டமான முறையில் வாழ வேண்டும், வாழும் உரிமையை அனுபவிக்கவேண்டும், என்று விரும்புகிறது.

வெறும் வார்த்தைகளோ பகற்கனவோ அன்று !

எனவே பயத்தின் இருளிலிருந்து ஒளியை நோக்கிச் செல்ல உதவுவதுதான் எனது நாட்டின் நோக்கம். அமைதி, இன்பம், நல்வாழ்வு—இவற்றை நோக்கி மனிதனின் மனம், ஆசை, ஆத்துமா எல்லாம் முன்னேறுவதற்கு வழி காண்பதுதான் என் தேசத்தின் விருப்பம்.

பொறுமையை இழந்தால் இந்த லட்சியத்தைக் காணமுடியாது. இன்று இருப்பதுபோல, பிளவுபட்டிருக்கும் இவ்வுலகில், சட்டென்று எதையோ ஒன்றைச் செய்து விமோசனம் பெற்றுவிட முடியாது.

மாதக் கணக்கில் உழைத்து, பற்பல வழிகளைக் கண்ட பிறகுதான் உலகிற்குத் தன் உண்மையான நிலை புரியும். பரஸ்பர நம்பிக்கை ஏற்பட்டுவிட்டது, நட்பின் தென்றல் வீசத் தொடங்கிவிட்டது என்ற நிலை வருவதற்கு முன் கடுமையாக உழைத்தாக வேண்டும்.

ஒன்றே ஒன்று மட்டும் நிச்சயம். அந்த உழைப்பை இப்பொழுதே, இந்தக்கணமே மேற்கொள்ள வேண்டும்.

ஐக்கிய அமெரிக்காவும் அதன் நண்பர்களான கிரேட் பிரிட்டனும், பிரான்சும் இதற்கான சில நடவடிக்கைகளைக் கடந்த சில மாதங்களாக மேற்கொண்டு உழைத்து வருகின்றன. சமரசப் பேச்சைக் கண்டு நாங்கள் மிரண்டு ஒதுங்குகிறோம் என்று யாரும் சொல்ல வேண்டாம்.

ஜெர்மனி பிளவுபட்டிருப்பதால் ஏற்படும் பிரச்னைகளை விவாதித்து வழிகாண வேண்டும் என்று ஐக்கிய அமெரிக்காவும், பிரிட்டனும், பிரான்சும், சோவியத்து யூனியனிடம் நெடுநாளாக வேண்டிக் கொண்டதற்கெல்லாம் எழுத்துச் சான்றுகள் இருக்கின்றன.

அதைப் போலவே, ஆஸ்டிரிய அரசு—ஒப்பந்தத்தைப் பற்றியும் விவாதிக்க வேண்டும் என்று இந்த மூன்று நாடுகளும் வேண்டி வந்திருப்பதற்கும் அவையே சான்று கூறும்.

கொரியா பிரச்னையைத் தீர்க்க வேண்டும் என்று ஐ. நா. ஸ்தாபனம் வேண்டிக் கொண்டதையும் அதைப் போலவே எழுத்துச் சான்றுகள் காட்டி நிற்கின்றன.

சமீபத்தில் நாலு' வல்லரசு நாடுகள் கூடிப் பேச வேண்டும் என்று சோவியத்து யூனியன் தனது விருப்பத்தைத் தெரிவித்திருக்கிறது. முன்பெல்லாம் போட்ட நிபந்தனைகளை ஒத்த அசாத்தியமான முன் நிபந்தனைகளை ரஷ்யா இப்பொழுது போடவில்லை. எங்களுக்கும் கிரேட் பிரிட்டனுக்கும் பிரான்சுக்கும் மகிழ்ச்சி ஊட்டும் செய்தி இது.

பெர்முடாவிலிருந்து நாங்கள் விடுத்த அறிக்கையை நீங்கள் வாசித்திருக்கலாம். சோவியத்து யூனியனை உடனே சந்திப்பது என்று அமெரிக்கா, பிரிட்டன், பிரான்சு—ஆகிய மூன்று நாடுகள் உடன்பட்டிருக்கின்றன.

நம்பிக்கையோடு மனப்பூர்வமாக, இந்தச் சந்திப்பை எதிர்நோக்கி நிற்கின்றது அமெரிக்க அரசாங்கம். உலகச் சமாதானத்திற்கு நடைமுறையான வழிகளை வகுத்தே விடுவது என்று நாங்கள் நம்பிக் கொண்டிருக்கிறோம். இல்லாவிடில் இப்பொழுது நிலவும் கெடுபிடி நிலை தீராது.

சோவியத்து யூனியன் தன் உரிமைகளை விட்டுக் கொடுக்கவேண்டும் என்று நாங்கள் வெளிப்படையாகவோ மறைமுகமாகவோ சொன்னதே இல்லை. இனியும் சொல்லப் போவதும் இல்லை.

ரஷிய மக்கள் எதிரிகள் என்றோ, நட்புடன் உருப்படியான முறையில் அவர்களோடு பழகவோ உறவாடவோ ஒருநாளும் விரும்பவில்லை யென்றோ நாங்கள் ஒருநாளும் சொல்லமாட்டோம்.

அதற்கு மாருக, இந்தச் சந்திப்பு சோவியத்து யூனியனோடு ஒரு புதிய இன்முக உறவை உண்டாக்கும் என்றே எங்களுக்கு நம்பிக்கை. அந்த இன்முக உறவினுல் மேற்கு, கிழக்கு நாட்டு மக்கள் தாராளமாக,

நல்லுணர்வோடு பழக இடம் ஏற்படும். மனிதர்களிடையே நம்பிக்கையும் சமரசமும் வளர இது ஒன்று தான் நிச்சயமான வழி.

கிழக்கு ஜெர்மனி, அந்நிய கட்டுப்பாட்டின் கீழுள்ள ஆஸ்டிரியா, கிழக்கு ஐரோப்பிய நாடுகள்— இங்கெல்லாம் அதிருப்தி எழுந்து புகைந்து கொண்டிருக்கிறது. இந்த நிலை மாறி, ஐரோப்பிய நாடுகளெல்லாம் சுதந்திர நாடுகளாக, ஒரு குடும்பம் போல், பழகும் நிலை ஏற்பட வேண்டும். ஒரு நாட்டைக்கண்டு இன்னொரு நாடு பயமோ, சந்தேகமோ படக்கூடாது. ரஷ்யமக்களை அச்சுறுத்த வேண்டும் என்ற எண்ணம் எங்களுக்கு இம்மிகூட இல்லை.

ஆசியாவில் குழப்பமும் பூசலும் துன்பமும் தாண்டவமாடுகின்றன. இந்த நிலைமாறி, தங்கள் நாட்டு இயற்கை வளங்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளவும் தங்கள் வாழ்க்கை நிலையை உயர்த்திக் கொள்ளவும் ஆசிய மக்களுக்கு வாய்ப்பும் அமைதியான சூழ் நிலையும் கிடைக்க வேண்டும் என்பதே எங்களது நோக்கம்.

இவையெல்லாம் வெறும் வார்த்தைகளோ, பகற் கனவுகளோ, அல்ல. ஏனெனில், சமீபத்தில் சுதந்திரம் பெற்ற நாடுகளெல்லாம் போர் செய்து சுதந்திரத்தைப் பெறவில்லை. சமரசப் பேச்சுவார்த்தைகளின் மூலமாகவோ அல்லது, ஆட்சியாளர் தாஞக விட்டுக்கொடுக்கும் பண்பை மேற்கொண்டதாலோ, அந்தச் சுதந்திரம் கிடைத்திருக்கிறது. மேலும், மேற்கத்திய மக்கள், முடைப்பட்ட மக்களுக்கும், பஞ்சம், வானம் வழங்காமையால் வரட்சி இயற்கை விபத்துக்கள், இவற்றிற்கு உள்ளாகி இன்னலுற்றமக்களுக்கும் மனமுவந்து உதவியிருக்கிருர்கள். இந்த மனிதப் பண்பின் வரலாறுகள்

சமீபத்தில் நாலு வல்லரசு நாடுகள் கூடிப் பேச வேண்டும் என்று சோவியத்து யூனியன் தனது விருப்பத்தைத் தெரிவித்திருக்கிறது. முன்பெல்லாம் போட்ட நிபந்தனைகளை ஒத்த அசாத்தியமான முன் நிபந்தனைகளை ரஷ்யா இப்பொழுது போடவில்லை. எங்களுக்கும் கிரேட் பிரிட்டனுக்கும் பிரான்சுக்கும் மகிழ்ச்சி ஊட்டும் செய்தி இது.

பெர்முடாவிலிருந்து நாங்கள் விடுத்த அறிக்கையை நீங்கள் வாசித்திருக்கலாம். சோவியத்து யூனியனை உடனே சந்திப்பது என்று அமெரிக்கா, பிரிட்டன், பிரான்சு—ஆகிய மூன்று நாடுகள் உடன்பட்டிருக்கின்றன.

நம்பிக்கையோடு மனப்பூர்வமாக, இந்தச் சந்திப்பை எதிர்நோக்கி நிற்கின்றது அமெரிக்க அரசாங்கம். உலகச் சமாதானத்திற்கு நடைமுறையான வழிகளை வகுத்தே விடுவது என்று நாங்கள் நம்பிக் கொண்டிருக்கிறோம். இல்லாவிடில் இப்பொழுது நிலவும் கெடுபிடி நிலை தீராது.

சோவியத்து யூனியன் தன் உரிமைகளை விட்டுக் கொடுக்கவேண்டும் என்று நாங்கள் வெளிப்படையாகவோ மறைமுகமாகவோ சொன்னதே இல்லை. இனியும் சொல்லப் போவதும் இல்லை.

ரஷிய மக்கள் எதிரிகள் என்றோ, நட்புடன் உருப்படியான முறையில் அவர்களோடு பழகவோ உறவாடவோ ஒருநாளும் விரும்பவில்லை யென்றோ நாங்கள் ஒருநாளும் சொல்லமாட்டோம்.

அதற்கு மாறாக, இந்தச் சந்திப்பு சோவியத்து யூனியனோடு ஒரு புதிய இன்முக உறவை உண்டாக்கும் என்றே எங்களுக்கு நம்பிக்கை. அந்த இன்முக உறவினால் மேற்கு, கிழக்கு நாட்டு மக்கள் தாராளமாக,

நல்லுணர்வோடு பழக இடம் ஏற்படும். மனிதர்களிடையே நம்பிக்கையும் சமரசமும் வளர இது ஒன்று தான் நிச்சயமான வழி.

கிழக்கு ஜெர்மனி, அந்நிய கட்டுப்பாட்டின் கீழுள்ள ஆஸ்டிரியா, கிழக்கு ஐரோப்பிய நாடுகள்— இங்கெல்லாம் அதிருப்தி எழுந்து புகைந்து கொண்டிருக்கிறது. இந்த நிலை மாறி, ஐரோப்பிய நாடுகளெல்லாம் சுதந்திர நாடுகளாக, ஒரு குடும்பம் போல், பழகும் நிலை ஏற்பட வேண்டும். ஒரு நாட்டைக்கண்டு இன்னொரு நாடு பயமோ, சந்தேகமோ படக்கூடாது. ரஷ்யமக்களை அச்சுறுத்த வேண்டும் என்ற எண்ணம் எங்களுக்கு இம்மிகூட இல்லை.

ஆசியாவில் குழப்பமும் பூசலும் துன்பமும் தாண்டவமாடுகின்றன. இந்த நிலைமாறி, தங்கள் நாட்டு இயற்கை வளங்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளவும் தங்கள் வாழ்க்கை நிலையை உயர்த்திக் கொள்ளவும் ஆசிய மக்களுக்கு வாய்ப்பும் அமைதியான சூழ்நிலையும் கிடைக்க வேண்டும் என்பதே எங்களது நோக்கம்.

இவையெல்லாம் வெறும் வார்த்தைகளோ, பகற் கனவுகளோ, அல்ல. ஏனெனில், சமீபத்தில் சுதந்திரம் பெற்ற நாடுகளெல்லாம் போர் செய்து சுதந்திரத்தைப் பெறவில்லை. சமரசப் பேச்சுவார்த்தைகளின் மூலமாகவோ அல்லது, ஆட்சியாளர் தானுக விட்டுக்கொடுக்கும் பண்பை மேற்கொண்டதாலோ, அந்தச் சுதந்திரம் கிடைத்திருக்கிறது. மேலும், மேற்கத்திய மக்கள், முடைப்பட்ட மக்களுக்கும், பஞ்சம், வானம் வழங்காமையால் வரட்சி இயற்கை விபத்துக்கள், இவற்றிற்கு உள்ளாகி இன்னலுற்றமக்களுக்கும் மனமுவந்து உதவியிருக்கிறார்கள். இந்த மனிதப் பண்பின் வரலாறுகள்

எழுத்தில் பொறிக்கப்பட்டுள்ளன. நமக்குத் தெரிந்த உண்மைகளே இவை.

இவையெல்லாம் சமாதானச் செயல்கள் நல்லெண்ணச் செயல்கள். சமாதானமே எங்களது நோக்கம் என்று வாயால் சொல்லும் சொற்களைவிட இவை நன்கு பறை சாற்றும் நற்சான்றுகளாகும்.

மனித வர்க்கத்தின் நன்மைக்கு

கடந்த காலத்து ஆலோசனைகளைப் பற்றியோ, செயல்களைப் பற்றியோ இப்பொழுது மீண்டும் பேச நான் விரும்பவில்லை. உலகம் உள்ள நிலையைப் பார்க்கும்பொழுது, அமைதிபெற எந்த வழி கிடைத்தாலும் அதைக் கடைப் பிடித்துத்தான் ஆகவேண்டும். நன்கு தெரியாத வழியாக இருந்தால்கூடப் பாதகமில்லை.

ஒருவழி இருக்கிறது. அதை ஒருவரும் சரியாக முயன்று பார்க்கவில்லை. ஐ. நா. பொதுப் பேரவை காட்டிய வழிதான் அது.

1953–ம் ஆண்டு நவம்பர் 28-ம் தேதியன்று இந்தப் பேரவை, " ஆயுத நீக்கக் கமிஷன் முக்கியமான வல்லரசுகளின் (முக்கியமாகச் சம்பந்தப்பட்ட நாடுகள்) பிரதிநிதிகள் கொண்ட ஒரு சிறு—குழுவை நியமிக்கலாமா என்ற ஆலோசிப்பது நல்லது. தனிப்பட்ட முறையில் கலந்துபேச, எல்லோரும் ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய வகையில் அந்தக் குழு ஒரு தீர்வைக் காணவேண்டும். கண்டபின், அதைப்பற்றி 1954 செப்டம்பர் முதல் தேதிக்குள் பொதுப் பேரவைக்கும் பாதுகாப்புக் கவுன்சிலுக்கும் அது ஓர் அறிக்கையைச் சமர்ப்பிக்க வேண்டும் " என்று தீர்மானம் செய்தது.

இந்த ஆலோசனையைப் பொருட்படுத்தி, எந்த வல்லரசுகளோடு தனிப்பட்ட முறையில் கலந்து பேசி தீர்வு காண அமெரிக்கா இப்பொழுதே தயாராக இருக்கிறது. அணு ஆயுதப் போட்டியானது உலக சமாதானத்தை மட்டுமின்றி, உலக வாழ்வையே, உலகத்தின் உயிரையே, குலைத்துவிடும்.

இந்தத் தனிப்பட்ட அல்லது ராஜதந்திர ஆலோசனைகளில் ஒரு புதிய சிந்தனையையும் நாம் புகுத்த வேண்டும்.

அணுப் பொருள்களை இராணுவப்பயன்களுக்கு உபயோகப்படுத்துவதைக் குறைப்பதுடன் அமெரிக்கா திருப்தி அடையாது. இராணுவ உபயோகத்தை, நீக்கி விடுவதோடும் அது திருப்தி அடையாது.

இந்த அணு என்னும் கருவியை படையின் கையிலிருந்து பிடுங்கினுல் மட்டும் போதாது. அதன் போர்க்கோலத்தைக் கலைத்து, ஆக்கச் செயல்களுக்கு அதைப் பயன் படுத்தத் தெரிந்தவர்களின் கையில் அதைக் கொடுக்கவும் வேண்டும். அணு ஆயுதங்கள் மேன் மேலும் குவிவதைத் தடுத்து, அந்தக் குவியலைக் கரைக்கத் தொடங்கி விட்டால், மனிதவர்க்கத்திற்கு மாபெருங் கேடாக இருந்த ஒன்று, தன்மைமாறி மாபெரும் வரம் கிட்டும், என்று அமெரிக்கா எண்ணுகிறது.

அணுசக்தியின் ஆக்கப்பயன் என்பது ஏதோ வருங்காலத்தைப் பற்றிக் காணும் கனவன்று என்ற உண்மையை அமெரிக்கா உணர்ந்திருக்கிறது. அது இன்று, இப்பொழுது இங்கேயே சாத்தியமாகிவிட்டது, இந்த உலகத்திலுள்ள விஞ்ஞானிகளுக்கும், எஞ்ஜினியர்களுக்கும் அணுப் பிளவுப் பொருள்கள் கிடைத்தால், அவர்கள் அவற்றைச் சோதனை செய்து, மனித வர்க்கத்துக்கே நன்மைபயக்கும் திறமுள்ள, சிக்கனமான நற்சாதனமாக மாற்றி விடுவார்கள். இதைப்பற்றியாரும் எள்ளளவும் சந்தேகப்பட வேண்டியதில்லை.

அணுவைக்கண்டு மனிதன் கொண்டுள்ள திகில் அவனது மனத்தைவிட்டு நீங்கவேண்டும். மேற்கு, கிழக்கு—அரசுகளும் அந்த அச்சத்தை விட்டொழிக்க வேண்டும். இந்தநாள் எப்பொழுது வரும்? எந்த வழிகளைப் பின்பற்றினால் இந்த பேரச்சம் நீங்கும் நாளை விரைவில் காணமுடியும்?

பல நாடுகளின் ஒத்துழைப்பு

நான் சில ஆலோசனைகளை இன்று சமர்ப்பிக்கிறேன்.

இந்தத் துறையில் முக்கியமாகச் சம்பந்தப்பட்ட அரசுகள் தங்களுடைய யுரேனியம் போன்ற அணுப் பிளவுப் பொருள்களின் சேமிப்பு நிதியிலிருந்து ஒரு பகுதியை அறிவு ஒப்பிய அளவில் எடுத்து, சர்வதேச அணுசக்தி ஸ்தாபனத்திற்குத் தரவேண்டும். இந்த ஸ்தாபனம் ஐ. நா. ஸ்தாபனத்தின் ஆதரவில் அமைக்கப்படவேண்டும்.

எவ்வளவு தருவது, எப்படித் தருவது முதலிய விஷயங்களை நான் முன் கூறியவாறு தனிப்பட்ட முறையில் பேசி முடிவு செய்து கொள்வது நன்று.

நம்பிக்கையுடனும் நல்ல எண்ணத்துடனும் அமெரிக்கா இந்த முயற்சியை மேற்கொள்ளும். அமெரிக்காவுடன் பேச்சு நடத்தும் பொழுது அது விவரம் தெரியாதது, தாராளமனப் போக்கில்லாதது என்று மற்ற எந்த நாடும் எண்ணாத வகையில் அமெரிக்கா நடந்து கொள்ளும்.

இந்தத் திட்டத்திற்கு முதல் முதலாகவரும் அணுப் பொருள் பங்குகள் குறைவாகத்தானிருக்கும். ஆயினும், இந்தத் திட்டத்தின் நல்ல அம்சம் என்ன வெனில், மனக் கசப்போ, பரஸ்பர சந்தேகமோ இன்றி, அதைச்

செயலாற்ற முடியும் என்பதுதான். உலக முழுவதற்குமான கண்காணிப்பு, கட்டுப்பாடு, என்று சொல்லும் பொழுது சிறிது சந்தேகமும் கசப்பும் எழலாம். ஆனால் இந்தத் திட்டத்தில் அந்த சந்தேகத்திற்கு இடமே இல்லை.

நாடுகள் தரும் அணுப்பிளவுப் பொருள்களையும் மற்றவைகளையும் வாங்கிக்கொண்டு, சேகரித்துப் பாதுகாக்கும் பொறுப்பைச் சர்வதேச அணுசக்தி ஸ்தாபனத்திற்கே விட்டுவிடலாம். இந்த "அணுப்பொருள் பாங்கி"யின் உள்ளே யாரும் திடீரென்று புகுந்து, பறித்துப்போக முடியாதவாறு நமது விஞ்ஞானிகளின் திறம் விசேஷப் பாதுகாப்புகளை இயற்றித் தரும்.

ச. தே. அ. ச. ஸ்தாபனத்தின் மிக முக்கியமான பொறுப்பு, மனித வர்க்கத்திற்கு இந்த அணுப் பிளவுப் பொருள்கள் ஆக்கத் துறையில் பயனளிக்குமாறு செய்ய வழி வகுப்பதுதான். விவசாயம், மருத்துவம், போன்ற ஆக்கத் துறைகளுக்கு அணுசக்தியை பயன்படுத்துவதற்காக நிபுணர்களின் உதவி நாடப் பெறும். சக்தி ஊற்றுக்கள் போதாமல் தவிக்கும் நாடுகளுக்கு நிறைய மின்சக்தி அளிக்க ஏற்பாடு செய்வதும் இன்னொரு முக்கிய நோக்கம் ஆகும். எனவே அணுப் பொருள்களைத் தத்தம் பங்காகக் கொடுக்கும் நாடுகள் மனிதவர்க்கத்தின் பயத்தைப் பெருக்குவதற்கு மாறாக, அதன் நலத்தையே பெருக்கும்.

இந்த ஆக்கப் பயன்களுக்கான திட்டங்களை விரைவில் வகுக்க சம்பந்தப்பட்ட நாடுகளோடு பெருமையோடும் மனப்பூர்வமாகவும் அமெரிக்கா ஒத்துழைக்கும்.

இந்தச் "சம்பந்தப்பட்ட நாடுகளில்" ரஷ்யா நிச்சயமாக இருந்து தீரும்.

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் காங்கிரஸ் சபைக்குக் கீழ்க்கண்ட திட்டங்களைச் சமர்ப்பிக்க நான் தயாராக இருக்கிறேன். காங்கிரஸ் அவற்றை ஒப்புக்கொள்ளும் என்று தான் நான் எதிர்பாக்கிறேன்.

1. கொண்ட நோக்கத்துக்கு உரிய சோதனைகளைகளை எல்லாம் நடத்தத் தேவையான சாதனங்கள் யாவும் நிச்சயமாகக் 'கிடைக்கும் என்ற உறுதியோடு அணுசக்திப் பொருள்கள் எந்த வகையில் ஆக்கத்துறையில் மிக மிகப் பயனளிக்கும் என்று உலக முழுவதும் ஆராய்ச்சிகளை நடத்த ஊக்கமளிப்பது.
2. உலகில் தற்பொழுதுள்ள அணு ஆயுதங்களை குறைத்து, அவற்றின் மிதமிஞ்சிய அழிப்பு சக்தியைத் தளர்த்துவது.
3. இந்த அறிவு நிறைந்த யுகத்தில்,—மேற்கிலோ, கிழக்கிலோ எந்த வல்லரசுகளும் மனித நலத்தைத்தான் கோருகின்றன, போர்க்கருவிகளைப் பெருக்குவதை அவை விரும்பவில்லை என்பதை யாவரும் உணரச் செய்வது.
4. சமரசமான பேச்சுவார்த்தைகளுக்கான ஒரு புதுவழி காணவேண்டும். தனியாகவோ, பகிரங்கமாகவோ எங்கு பேசினுலும் உலகிலுள்ள கடினமான பிரச்னைகளைத் தீர்க்கப் புதிய முறையைக் கையாளவேண்டும். அப்பொழுதுதான் அச்சத்தினுல் ஒருவருக்கொருவர் நெருங்காமல் விலகி நிற்கும் வழக்கத்தைக் கைவிட்டு, அமைதியைக் காக்க, உருப்படியான முன்னேற்றங்களைக் காண முடியும்.

அணு ஆயுதம் ஒரு பக்கம் பயமுறுத்துகிறது. ஆனல் அதைக் காட்டி நாங்கள் பலமுள்ளவர்கள் என்று பெருமை பேச அமெரிக்கா விரும்பவில்லை. சமாதானத்தை விரும்புகிருேம், சமாதானம் வரும் என்ற நம்பிக்கையைக் கொண்டிருக்கிருேம், என்று அமெரிக்கா தெளிவு படுத்த விரும்புகிறது.

வரும் மாதங்களில் பல முக்கியமான தீர்மானங்களைச் செய்தாகவேண்டும். ஐ. நா. வின் பொதுப் பேரவை, உலகிலுள்ள இராணுவ தலைமைக் காரியங்கள், தலை நகர்கள் ஆகியவற்றிலும் ஆட்சியாளர்களின் உள்ளங்களிலும் ஆளப்படுவோரின் உள்ளங்களிலும்—இவை போன்ற இடங்களில் எங்கும் சர்ச்சைகள் நடந்து, தீர்மானங்கள் உருவாகும். அந்தத் தீர்மானங்கள் உலகை அச்சம் என்னும் காரிருளினின்று கைதூக்கி, ஒளியையும் அமைதியையும் நோக்கி அழைத்துச் செல்பவையாக அமையட்டும்.

இந்தத் தீர்மானங்கள் செய்யப்படுமுன் இந்தப் பேரவையின் முன், அதாவது உலகத்தின் முன், அமெரிக்கா ஓர் உறுதி அளிக்க விரும்புகிறது. அச்சம் குடிகொண்ட இந்த இருதலைக் கொள்ளி நிலையில் நம்மை ஆழ்த்தியுள்ள அணுசக்திப் பிரச்னையைத் தீர்க்க அமெரிக்கா நிச்சயமாக உதவும். மனிதனின் அதிசயமான புதுமைகளைப் படைக்கும் பேராற்றலை அவனுடைய சாவுக்குப் பயன் படுத்தாமல், அவனது நல்வாழ்விற்கே பயன்படுத்தும் வழிகளைக்காண நிரம்பிய அறிவோடும் அமெரிக்கா உதவி புரியும். இது தான் அமெரிக்கா கூறும் உறுதிமொழி.

[1953-ம் ஆண்டு ஐ. நா. பேரவையில் நிகழ்த்திய பேருரை.]

அணுவின் அடிப்படை விவரம்

அணு இயற்கையிலுள்ள எல்லாப் பொருள்களும் அடிப்படையில் இதைக் கொண்டே கட்டப்பட்டுள்ளன. வெகுகாலம் வரை இது பிளக்க முடியாதது என்று மக்கள் எண்ணி வந்தார்கள். அணுவின் மையத்தில் புரோட்டான்களும், நியூட்டிரான்களும் இருக்கின்றன. சூரியனைச் சுற்றி கிரகங்கள் ஓடிவருவது போல இந்த மையத்தைச் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றன. ஆதலால் அணுவை மிக நுண்ணிய சூரிய குடும்பத்தோடு ஒப்பிடுவது மரபாக இருந்து வருகிறது. இந்த எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணை மாற்றமுடியும். அதே போல அணுவின் மையத்தையும் மாற்ற முடியும் என்பது இப்பொழுது நிலைத்த உண்மையாகிவிட்டது. அது பிளக்க முடியாத பொருளல்ல.

அணு இணைப்பு இலேசான எடையுள்ள அணு மையங்களை ஒன்று சேர்த்து, ஒரு புதிய, எடை மிகுந்த அணுவை உண்டாக்குவது. ஏராளமான வெப்பத்தின் உதவியால் தான் இது சாத்தியமாகும். இணைப்பின் பொழுது பிளவில் உண்டாவதைவிட இன்னும் அதிக வெப்ப சக்தி வெளியாகிறது. பிளவுக்கு நேர் எதிரான செய்கை இணைப்பு என்று சொல்லலாம்.

அணு உலை அணு மையங்கள் தொடர்ந்து பிளவு படுவதைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்க உதவும் சாதனம். உலை போன்ற அமைப்புள்ளது.

அணு எடை அணு மையத்திலுள்ள மொத்தத் துகள்கள் அதாவது, நியூட்டிரான்கள், புரோட்டான்கள் ஆகிய இரண்டையும் கூட்டிய தொகை. அணுவின் அடர்த்தி எண்ணுக்கும் இந்த எடைக்கும் உள்ள வேற்றுமை அதிகம் இல்லை.

அணு எண் ஒரு மூலகத்தின் ஓர் அணுவின் மையத்தில் உள்ள புரோட்டான்களின் மொத்தத் தொகையே அணு எண் எனப்படுகிறது. முதல் மூலகமான ஹைடிரஜன் (Z-1) முதற்கொண்டு யுரேனியம் (Z-92) வரையில் இந்த எண்கள் வேறுபடுகின்றன. இந்த மூலகங்கள் இயற்கையில் கிடைப்பவை. இன்னும் அதிக அணு எண்கள் கொண்ட மூலகங்களை ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் செயற்கையாகத் தோற்று வித்திருக்கிறார்கள். நெப்ட்யூனியம் என்ற செயற்கை மூலகத்தின் அணு எண் 93. புருட்டோனியம் என்ற செயற்கை மூலகம் 94 அணு எண்ணை உடையது.

அணு சக்தி அணுவின் மையத்தை இரு பிரிவாகப் பிளப்பதாலோ (சிதைவு), அல்லது இரண்டு மையங்களை ஒன்று சேர்ப்பதாலோ (இணைப்பு) வெளியாகும் மாபெரும் ஆற்றல் அல்லது வெப்ப சக்தி தான் அணுசக்தி. பொதுவாக அணுசக்தி

(Atomic Energy) என்பதைவிட அணு மைய சக்தி (Nuclear Energy) என்று சொல்வதே பொருத்தமாகும். ஏனெனில் அணுவின் சக்தி என்ருல் அதன் மையப் பிளவின் சக்தியைத்தான் நாம் குறிக்கிரும்.

அணுப் பிளத்தல் அல்லது அணுப் பிளவு ஒரு அணுவின் மையத்தைப் பிளந்தால், அது இரண்டு மையங்களாகப் பிரியும். அப்பொழுது ஏராளமாக வெப்ப சக்தி வெளிப்படும். சில நியூட்டிரான்கள் இரண்டிலும் சேராமல் சுதந்திரமாகத் தப்பி ஓடும்.

அணு மையங்களைத் தாக்குதல் அணு மையங்களைத் துளைத்துப் பிளந்து வேறுவகை மையங்களாக மாற்ற, நியூட்டிரான்கள், அல்லது ஆல்பா கதிர்கள், எலெக்டிரான்கள் அல்லது புரோட்டான்கள் இவற்றைக் கொண்டு அணு மையத்தைத் தாக்குகிருர்கள்.

அணு மையம் அணுவின் உட் பகுதி. அதில் உள்ள புரோட்டான்களும் நியூட்டிரான்களும் ஒரு அதிசயமான, சக்தியால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த சக்தியின் மர்மம் என்ன என்றும் இதுவரை யாரும் கண்டு பிடிக்கவில்லை. அணுசக்தி பிறக்குமிடம் இந்த அணு மையம் தான்.

அயனி தன்னுடைய எலெக்டிரான்களில் ஒன்று அல்லது பலவற்றை இழந்து, அது காரணமாக, நேர் மின்சக்தி (+) கொண்ட அணு **அயனி** எனப்படுகிறது. அதே போல ஒன்று அல்லது பல எலெக்டிரான்

களை அதிகமாகப் பெற்றுக் கொண்டு, எதிர் மின்சக்தி (—) கொண்ட ஒரு அணுவிற்கும் அயனி என்றுதான் பெயர். உடலில் உள்ள ''ஸெல்'களில் உள்ள அணுக்கள் இப்படி அயனிகளாக மாறினுல், அந்த 'ஸெல்'கள் அழிந்துவிடும். அல்லது அவை பெருகுவது தடைப்படும். 'ஸெல்'கள் பெருகாவிட்டால் உடல் திசுக்கள் வளரா.

அரை ஆயுள் ஒரு கதிரியக்க ஐஸடோப்பு தன்னுடைய பலத்தில் பாதியை இழக்க, அதாவது பாதி அளவுக்குத் தேய்ந்துவிட, எவ்வளவு காலம் பிடிக்குமோ அந்தக் கால அளவு தான் "அரை ஆயுள்". ரேடியத்தின் அரை ஆயுள் 1620 ஆண்டுகள். கதிரியக்கக் கோபால்ட்டு—60-ன் அரை ஆயுள் 5·3 வருடங்கள். சில கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் அரை ஆயுள் சில நிமிஷ அளவே ஆகும். ஒரு நொடியின் சிறு பங்கிலேயே முடிந்துவிடும் அரை ஆயுள் கொண்ட கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளும் உண்டு.

ஆல்பா கதிர்வீச்சு அணுமையத்திலிருந்து பாயும் துகள்கள். ஒவ்வொரு ஆல்பா துகளிலும் இரண்டு நியூட்டிரான்களும் இரண்டு புரோட்டான்களும் இருக்கும். "ஹீலியம்" என்ற மூலகத்தின் மையத்திலும் 2 நியூட்டிரான்களும் 2 புரோட்டான்களும் இருக்கின்றன. ஆகவே ஆல்பா கதிரும் ஹீலியமும் ஒன்றுதான்.

உடற் கூற்றில் திடீர் மாறுதல் (Mutation) உயிர்கள், பிராணிகள், அல்லது தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் இடையே திடீர் என்று சில மாறுதல் தோன்றும். அதாவது பெற்றோருக்கு இல்லாத சில குணங் களோ உடல் அமைப்போ தோன்றும். அவை நிலைத்தும் இருக்கும். இம்மாறுதல்களை 'பிறழ்வு' என்று இதைச் சொல்லுவதுண்டு (உதாரணமாக, ஒரு குழந்தை கை அல்லது காலில் ஆறு விரல்களுடன் பிறக்கிறது.)

எலெக்ட்ரான் அணு அமைப்பைச் சுற்றி சுழன்று கொண்டிருக்கும் எதிர் மின் சக்தி (—) கொண்ட துகள். வெவ்வேறு அணுக்களின் அணுக்கருவைச் சுற்றி வெவ்வேறு எண்ணிக்கை கொண்ட எலெக்ட்ரான்கள் சுழலும். எலெக்ட்ரான் மிகவும் இலேசானது. 2000 எலெக்ட்ரான்களின் எடை ஒரு புரோட்டான் அல்லது ஒரு நியூட் ரானின் எடைக்குச் சமமாகும்.

ஐசோடோப்புகள் மூலகத்தின் வகைகள். ஒரு மூலகத்தின் அணு அமைப்பில் இருக்கவேண்டிய நியூட்ரான்கள் அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருக்கலாம். அதனால் அணு எடை மாறுபடும். ஆனால் இரசாயன இயல்பில் மாறுதல் இராது. உதாரணமாக, ஹைட்ரஜனில் மூன்று வகைகள், அதாவது மூன்று ஐசோடோப்புகள் உண்டு. முதல் வகையின் அணு அமைப்பில் ஒரே ஒரு புரோட்டான் மட்டும் இருக்கும். இரண்டாவது வகையில் ஒரு புரோட்டானும் ஒரு நியூட்ரானும்

இருக்கும். மூன்றாவது வகையில் ஒரு புரோட்டானும் இரண்டு நியூட்ரான்களும் இருக்கும்.

கியூரி ஓர் அணு கதிரியக்கப் பொருள் ஒன்று உமிழ்கின்ற மின் வேகத்தை அளந்து வெளியிடப்படுகின்ற அளவு. ஒரு கிராம் ரேடியம் ஒரு வினாடியில் வீசும் கதிர் வீச்சு அளவுக்கு "கியூரி" என்று பெயர்.

ஒளிச்சேர்க்கை பச்சைத் தாவரங்கள், சூரிய வெளிச்சம் இருக்கும் பொழுது காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடுடன் சேர்ந்து, கார்போஹைட்ரேட் என்று சொல்லப்படும் உணவைத் தயாரிக்கின்றன. இந்த முறைக்குத்தான் 'ஒளிச் சேர்க்கை' என்று பெயர். இந்த ஒளிச் சேர்க்கை கிடையா விட்டால் உயிர்களுக்கும் பிராணிகளுக்கும் உணவு கிடைக்காது போய்விடும்.

கதிரியக்கச் சேதம் ஒரு கதிரியக்க மூலகத்திலிருந்து ஒரு பொருளின் மீது கதிர்வீச்சு பாய்ச்சுவதால் ஏற்படும் விளைவு. இப்படி கதிர் வீச்சுக்கு இலக்கான சில பொருள்களின் அமைப்பில் மாறுதல் உண்டாகும் ('அயனி' என்ற நிலைமைக்கு மாறுதல்). இதனால் பொருளின் தன்மையும் மாறுபடும். உதாரணமாக, அபாய கதிர் வீச்சு உணவுப் பொருள்களின் மீது பாய்ச்சினால் அவற்றிலுள்ள நுண்ணுயிர்கள் அழிந்துவிடும்.

கதிர்வீச்சு — அணு அமைப்பிலிருந்து அணுக்கருத் துகள்கள் [illegible] வெளிப்படுவதைக் கதிர்வீச்சு என்கிறோம். இது [illegible] இயற்கையாகவே [illegible] கொண்டிருக்கும். [illegible] அணு பிளந்து [illegible] சில [illegible] அணுக்கருவில் [illegible] கதிர்வீச்சு [illegible] உண்டாக்க முடியும்.

கதிர்வீச்சு தூண்டப்படுதல் — இயற்கையாகவே கதிர்வீச்சு ஆற்றல் கொண்ட [illegible] நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கி கதிர்வீச்சை ஏற்படுத்துவதும் அதற்கும் [illegible] தூண்டப்படுதல் என்றுதான் பெயர். ஓர் அணு உலையை சாதாரண [illegible], ஒன்றை வைத்து நியூட்ரான்களால் தாக்குகின்றனர். அந்த தூண்டப்படும் கதிர்வீச்சு முறையாகும்.

கட்டுப்படுத்தும் பொருள் (Moderator) [வேகம் அடக்கி] — நியூட்ரான்கள் வேகமாகப் பாய்வதைத் தணிப்பதற்காக உதவும் பொருள்கள். [illegible] கார்பனும் உதாரணங்களாகும். இந்த பொருள்களின் அணுக்களில் நியூட்ரான்கள் பாய்ந்து தாக்கிறது. அந்த நியூட்ரான்களின் வேகம் கட்டுப்படும். அதனால் அந்த நியூட்ரான்கள் இன்னும் [illegible] முறையில் அணுப் பிளவை உண்டாக்க முடிகிறது.

[illegible] — அணு உலையில் [illegible] [illegible] இவை நியூட்ரான்களின் [illegible] [illegible] [illegible] நியூட்ரான்கள் [illegible] [illegible].

[illegible] கதிர்வீச்சு — [illegible] அணு [illegible] [illegible] துகள்கள் [illegible].

காஸ்மிக் கதிர்கள் — விண்வெளியிலிருந்து வரும் மிக வேகச் சக்தி வாய்ந்த கதிர்கள். [illegible] ஆற்றல் [illegible] இந்தக் கதிர்களில் [illegible] துகள்கள் [illegible] ஒளியின் வேகத்தில் [illegible] (ஒளியின் வேகம் விநாடிக்கு 1,86,000 மைல்).

கூட்டுப் பொருள் — இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட [illegible] [illegible] இணைந்தால் ஏற்படும் பொருள்.

கைகர் கவுண்டர் (எண் கருவி) — ஓர் இடத்தில் அல்லது பொருளில் கதிரியக்கம் இருக்கிறதா என்று கண்டுபிடிக்கும் கருவி. அந்த அளவையும் கண்டுபிடிக்கும் கருவி. மின்னணுக் கருவியின் உதவியால் எண்ணிக் கதிர்களைக் கண்டுபிடித்து அளக்க உதவுகின்றன.

டியூட்டீரியம் — ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்பு. இதன் அணுக் கருவில் ஒரு புரோட்டானும் ஒரு நியூட்ரானும் இருக்கும். கன நீரில் உள்ள ஹைட்ரஜன் இந்த இரண்டாவது ஐசோடோப்புதான். நியூட்ரானே இல்லாமல், ஒரு புரோட்டான் மட்டும் உள்ள பொது (முதல் வகை) ஹைட்ரஜன் அணுவை விட இந்த இரண்டாவது ஹைட்ரஜன் அதாவது டியூட்டீரியம் அடர்த்தியிருக்கிறது. கன நீர் சாதாரண நீரை விடச் சற்று கனமாக இருக்கிறது.

டர்பைன் — தண்ணீர் அல்லது நீராவி வேகமாகத் தள்ளுவதால் சுற்றும் சக்கரம் [illegible] கொண்ட சக்கரம். இந்தச் சக்கரம் ஒரு மோட்டாரை இயக்கி, மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யும் இயந்திரத்தை இயக்குகின்றன.

டிரேஸர் அல்லது உளவு காட்டி — கதிரியக்க மிகவும் ஒரு பொருளோடு கலக்கப்படும் கதிரியக்கப் பொருள். இந்தப் பொருள் போகும் வழியை அதன் கதிர்கள் காட்டுகின்றன. மருத்துவம் போன்ற துறைகளில் இதைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

துகள் வீசி (Particle Accelerator) — மின் சக்தியால் அணுத் துகள்களை மிக வேகமாக இயக்கி அணுக்கருக்களின் மீது வீசி உடைக்கும் கருவி. இவை சைக்ளோட்ரான், சிங்க்ரோட்ரான், ஆகிய பெயர்களால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அணுக் கருவினுள் நுழைந்து பிளக்க வேண்டுமானால் இந்தக் கருவிகள் மிக மிக அதிக சக்தியை அளிக்க வேண்டும். நியூட்ரான்களுக்கு மின் சக்தி கிடையாது. துகள் வீசி இயந்திரங்களில் புரோட்டான்கள், எலக்ட்ரான்கள், டியூட்டரான்கள், ஆல்பா துகள்கள் முதலியவை அணுசக்தி ஆராய்ச்சிக்கு இந்தச் சாதனங்கள் பயன்படுகின்றன.

தடுப்புச் சுவர்கள் அல்லது தடுப்புச் சாதனங்கள் — ஓர் அணு உலையைச் சுற்றிலும், அல்லது கதிரியக்கப் பொருளைச் சுற்றிலும் அமைக்கப்படும் தடுப்பு. ஈயம் அல்லது பொருளிலிருந்து நிலைய விளைவுகளும் நியூட்ரான்களை, காமா கதிர்களை, வெளியேற விடாமல் தடுக்க இவை உதவுகின்றன. காங்கிரீட், இரும்பு, தண்ணீர், முதலிய பொருள்கள் இந்தத் தடுப்புகளைக் கட்டும் முறைகளில் உதவும்.

தொடர்க் கிரியை — ஒரு பொருளில் அணு மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு அவற்றின் சிதைவு தொடர்ந்து வேகமாக, முறையாக ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நிகழ்வது. முதல் அணு பிளக்கும்போது வெளிப்படும் நியூட்ரான்கள் மற்ற அணுக்களைப் பிளக்கத் தாக்கும். அந்த அணுவும் பிளக்கும்.

வெளியிடும் போது [illegible] அணு [illegible] இருக்கிறது. [illegible] அணு [illegible] மேலும் [illegible] ஒரு [illegible] 1, 3, 9, 27, 81, 243, 729, 2187, 6561, 19683)...... [illegible] அணு [illegible] இந்த [illegible] இயக்கம் [illegible].

நியூட்ரான்

அணுவின் மையத்தில் உள்ள [illegible] அதற்கு மின் சக்தி கிடையாது. [illegible] உள்ளது அது (நியூட்ரான்) ஆகவே அணு [illegible] நியூட்ரான்கள் [illegible] சிறுசிறு [illegible] நியூட்ரான் [illegible] ஒரு புரோட்டானாகவும் ஒரு எலெக்ட்ரானாகவும் மாறுகிறது.

பீட்டா கதிர் வீச்சு

அணு மையத்திலிருந்து [illegible] இந்த [illegible] ஒரு எலெக்ட்ரான். ஆனால் இது அணு மையத்தைச் சுற்றிச் சுழலும் எலெக்ட்ரான் அல்ல. மையத்தில் உள்ள நியூட்ரான் சிதைந்து எலெக்ட்ரானாக [illegible] (நியூட்ரான் என்னும் [illegible] காண்க).

பிணைக்கும் சக்தி

அணு மையத்திலிருக்கும் புரோட்டான்களையும் நியூட்ரான்களையும் சேர்த்துப் பிணைத்து வைக்கும் சக்தி புரோட்டான்களின் [illegible] மின் சக்தி [illegible]. [illegible] இந்தப் பிணைக்கும் சக்தி என்ன என்று தெரியவில்லை. ஆனால் அது மின் சக்தியோ, காந்த சக்தியோ இல்லை.

மின்னூட்டப் [illegible]

[illegible] அணு [illegible].

புரோட்டான்

அணு மையத்தில் உள்ள துகள். இது நேர் மின் சக்தி (+) கொண்டது. [illegible] அணு மையத்திலுள்ள [illegible] எலெக்ட்ரான்கள் [illegible] அத்தனை புரோட்டான்கள் இருக்க வேண்டும். [illegible] எலெக்ட்ரான்களின் [illegible] மின் சக்தியைச் [illegible] நேர் மின் சக்தி வேண்டும். அதனால்தான் [illegible] புரோட்டான்களும் இருக்கின்றன.

[illegible] பொருள் நிலை

அணுச் சிதைவு தொடர்ந்து [illegible] யுரேனியம், தோரியம், [illegible] அணு [illegible] பொருள் [illegible] இருக்க வேண்டும். [illegible] இருக்கிறார். சிதைவில் [illegible] நியூட்ரான்கள் மற்ற [illegible]

[illegible]

மின் சக்தி

[illegible]

மூலகம் அல்லது தனிமம் (Element)

[illegible]

செல்சியஸ்

[illegible]

வேகமற்ற நியூட்ரான்

[illegible]



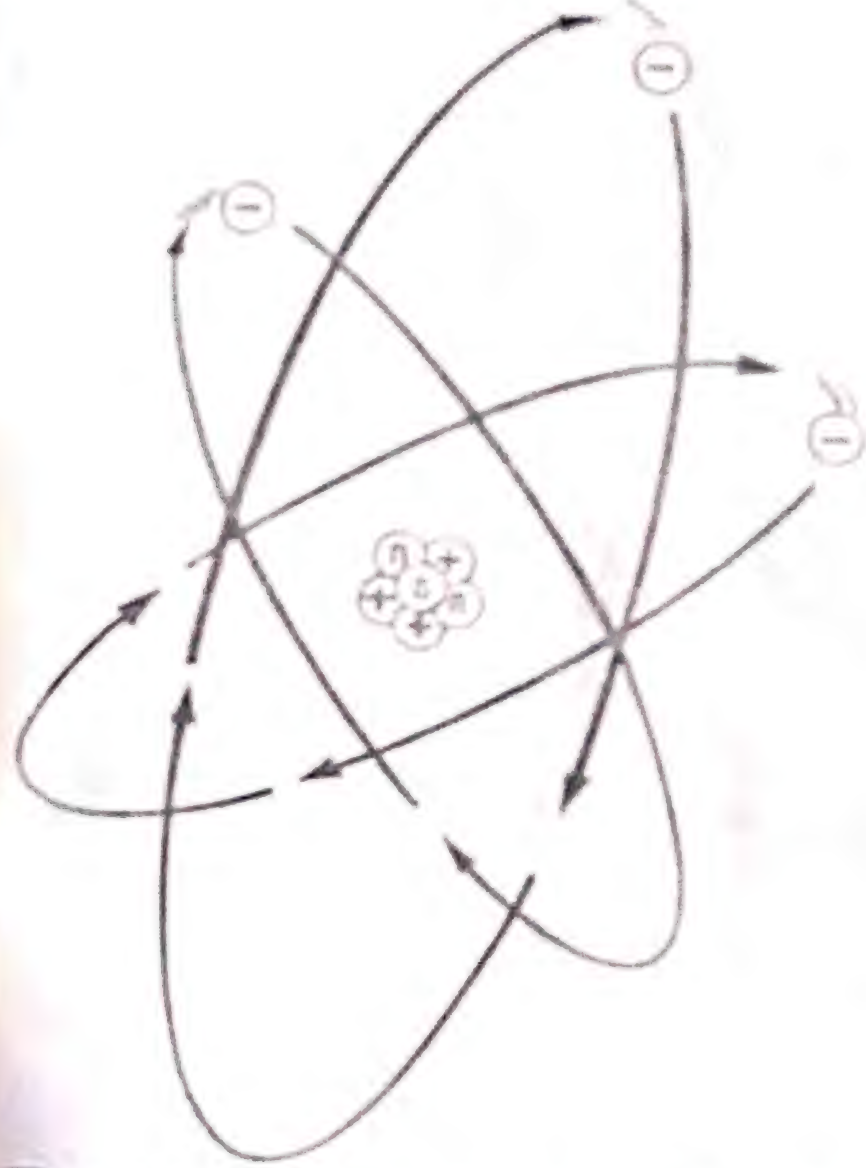
அணுசக்தி அறிமுகம்

அணுவின் அமைப்பு

[illegible]



படம் 1. லிதியம் அணுவின் சித்திரம்



படம் 2. லிதியம் அணுவின் மையக் கருவும் அதைச் சுற்றி நீள் வட்டமாக சுழலும் எலக்ட்ரான்களும்

விதியை என்ற [illegible]

[illegible]



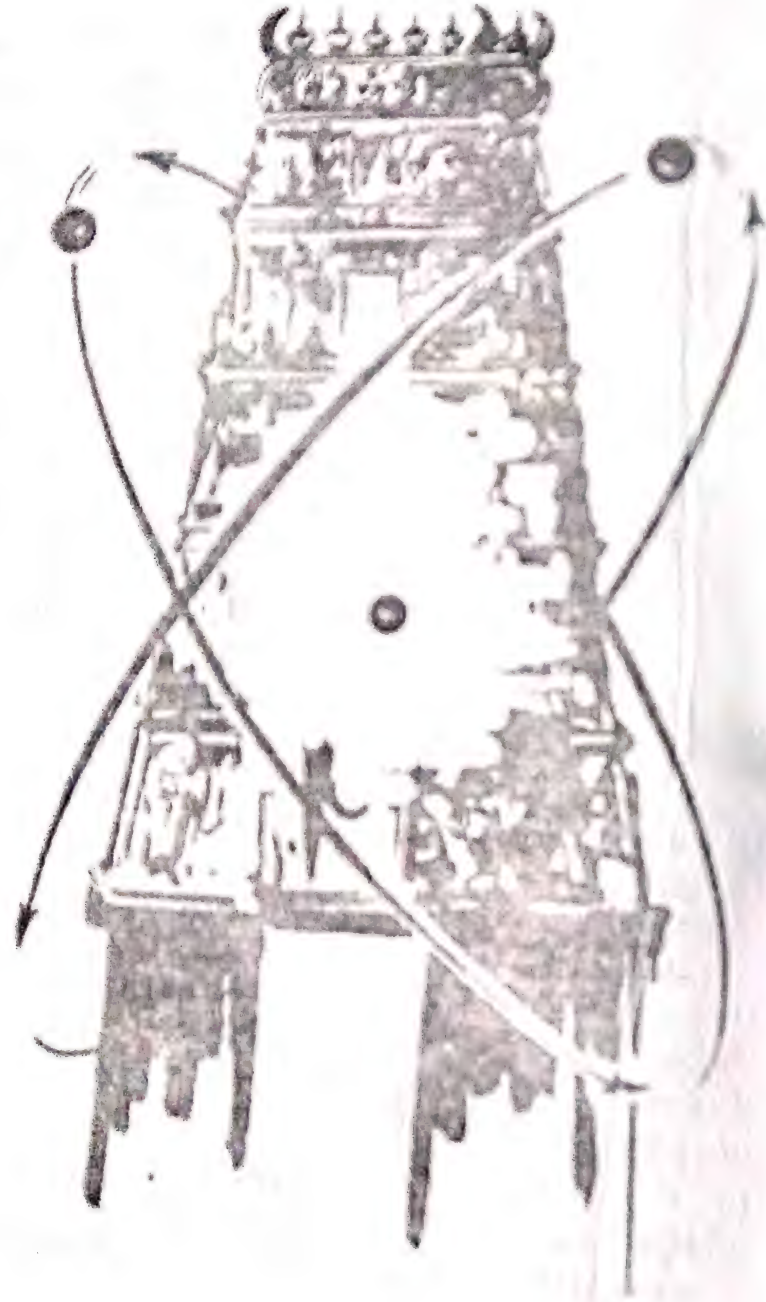


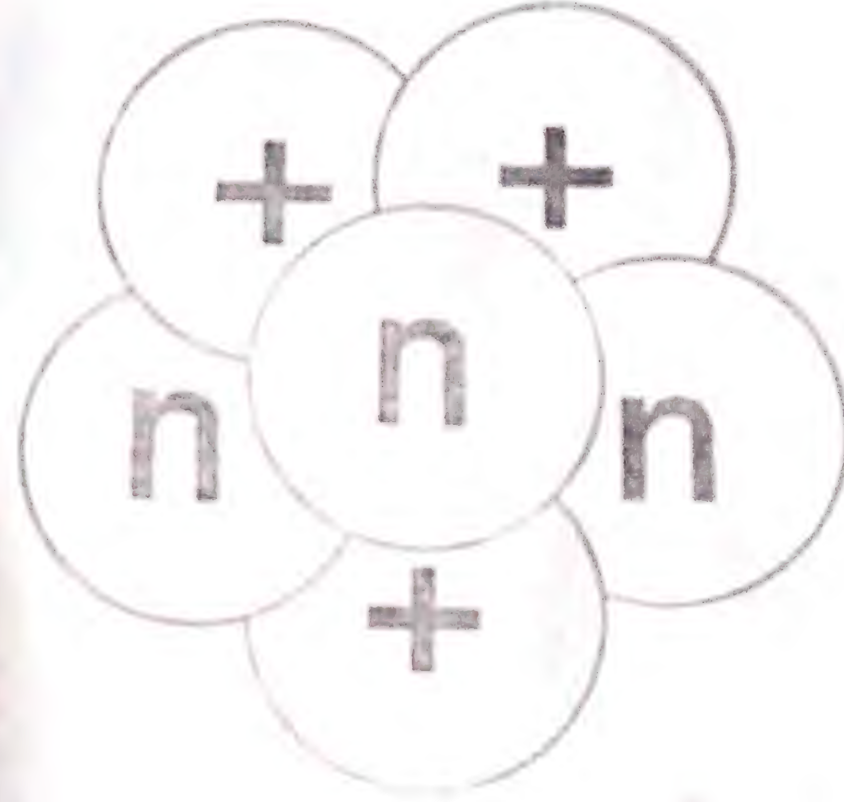
வகை ? அதாவது இப்படிச் சுற்றுவதில், இப்படிச் சுற்றுகின்றன. படத்தைப் பாருங்கள்.

[illegible]

அணுவின் [illegible] இரண்டு [illegible]

படம் 1. அணுவின் கோட்பாட்டு அணுவைப் பெரி தாக்கிக் காட்டியது [illegible] எலெக்ட்ரான்களும் [illegible] அளவுதான் இருக்கும். படம் அடுத்தபக்கம் பார்க்க.





படம் 4. லீதியம் அணுவின் மையக்கருவின் சித்திரம்

சில வேளைகளில் சிறிய மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. ஒரு நியூட்ரான் சிதைந்து ஒரு புரோட்டானாகவும், ஒரு எலெக்ட்ரானாகவும் மாறுகின்றது எனத் தெரிகிறது. நேர் மின் சக்தியில் [+] மிகக் குறைந்த அளவுதான புரோட்டான். அதேபோல, எதிர்மின் சக்தியில் [—] மிகக் குறைந்த அளவு நியூட்ரான் அணுவை முழுவதும் எடுத்துக் கொண்டால், அது மின்சார இயக்கம் இல்லாதது என்றுதான் சொல்லவேண்டும். அதாவது எதிர்

[illegible]

படம் 5. மிக மிக எளிய ஹைட்ரஜன் அணுவின் மாதிரிச் சித்திரம்

[illegible]

[illegible]

படம் ?. 1000 எலெக்ட்ரான்களின் எடைதான் ஒரு புரோட்டானின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும்

[illegible]

"அணுசக்தி" என்று பொது மக்கள் மையக்கருவின் சக்தியைக் [illegible] சரியாகச் சொல்ல வேண்டுமானால் "மையக் கருவின் சக்தி" என்று தான் அதைச் சொல்லவேண்டும்.

அணுமையத்தின் உள்ளமைப்பும், அதன் பகுதிகளான புரோட்டான், நியூட்ரான்களின் பண்பு, இயக்கம் ஆகியவற்றையும் ஆராயும் விஞ்ஞானத் துறைக்கு நியூக்ளியர்— பிஸிக்ஸ், அதாவது அணு மையப் பௌதிகம் என்று பெயர். இந்தத் துறையி

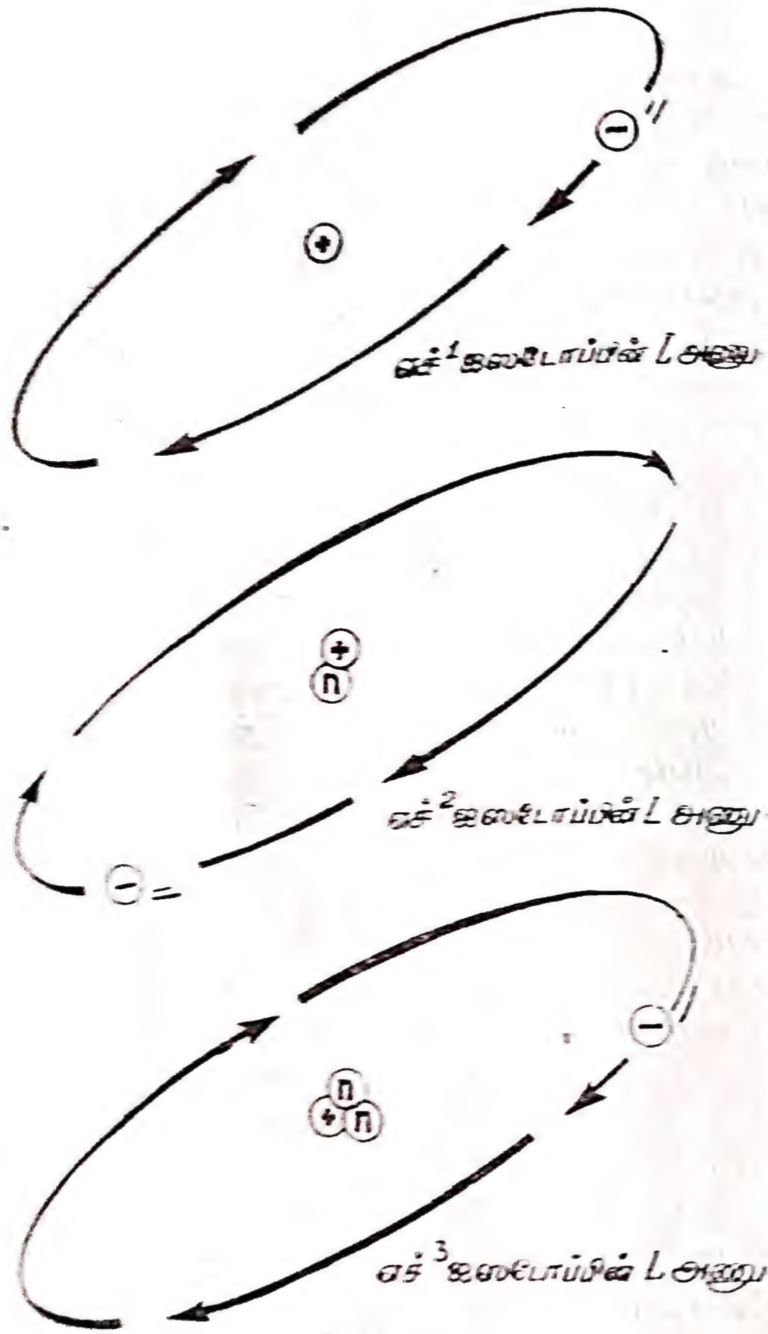
வேதிப் பட்டியலில் உண்டு. இன்று சில விஞ்ஞானி-கள் மையக்கருவிலுள்ள துகள்கள் அனைத்தும் ஆரா-யாமல், ஒரே ஒரு துகளைமட்டும் ஆராய்ந்து வருகி-றார்கள். அந்தத் துறைக்கு [illegible] என்று பெயர்.

மையக் கருவைப்பற்றிய ஆராய்ச்சி தொடங்கு-வதற்கு முன்பே, ரசாயனிகள் மையக்கருவைச் சுற்-றும் புற எலெக்டிரான்களை வெகுவாக ஆராய்ந்து வந்தனர். [illegible] இந்த எலெக்டிரான்களே அணுவின் ரசாயன இயக்கங்களுக்குக் காரணம் என்று வெகுகாலமாகத் தெரிந்திருந்தது. அணுவின் மையக்கருவைத் தகர்க்கும் வசதிகள் ரசா-யனிக்கு வெகு காலம்வரையில் கிடைக்கவில்லை. அணு என்பது "அடோமோஸ்" என்னும் கிரேக்கச் சொல்-லிலிருந்து வந்தது. "அடோமோஸ்" என்றால் "பிரிக்க முடியாதது" என்று பொருள். ரசாயனிகள் அணுவைப் பிரிக்க வழி தெரியாமல் தவித்ததால் இந்தப் பெயர் பொருத்தம் என்றே தோன்றிற்று. ரசாயனி தனிமங்களை-யும் (மூலகம்) கூட்டுப் பொருள்களையும் ஆராய்கிறார். எந்-தப் பொருளின் அணுக்கள் அனைத்தும் ஒரே எண்ணிக்-கையுள்ள எலெக்டிரான்களையும், அதே எண்ணிக்-கையுள்ள புரோட்டான்களையும் ஒரே ரசாயன இயல்பு-களையும் பெற்றிருக்கின்றனவோ, அந்தப் பொருளுக்குத் தனிமம் அல்லது மூலகம் என்று பெயர். கூட்டுப் பொருள் என்-பது வெவ்வேறு தனிமங்கள் (வெவ்வேறு அமைப்புள்ள அணுக்களைக் கொண்டவை) ரசாயன முறைப்படி கலந்து உண்டானது. வெவ்வேறு தனிமங்களின் அணுக்கள் கலந்து "மூலக்கூறு" களாக இணைவதுதான் "கூட்டுப் பொருள்" உருவாகிறது.

அணுவின் மையக் கருவை ஆராயும் விஞ்ஞானிக்கு இது போதாது. அவர் இன்னும் ஆழ்ந்து போகவேண்டும். மையக் கருவில் உள்ள துகள்கள் சேர்க்கையின் நுணுக்-கங்களைப் பிரித்துப் பார்க்கிறார். ஆராய்ச்சியாளர் [illegible] இந்த நுணுக்கங்களை ஆராய்ச்சியாளர் அவர் கண்டு-பிடித்த பல புதுமைகளுக்கு ஒரு உதாரணம் கூறலாம். ஒரு தனிமத்தின் எல்லா அணுக்களின் மையக்கருவிலும் ஒரே எண்ணிக்கையுள்ள புரோட்டான்கள் இருக்கலாம். ஆனால் அவற்றுள்ள நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் அதே எண்ணிக்கையாக இருக்கவேண்டும் என்பது அவசியமில்லை; வேறுபட்டிருக்கலாம். அப்படி வேறு-பட்டும் இருக்கின்றன என்று அணு விஞ்ஞானி கண்டு-பிடித்திருக்கிறார். புரோட்டான்களின் அளவுகள் ஒன்-றாகவும், அவைகளுடன் நியூட்ரான்களின் [illegible] வைகளுக்கு ஐசோடோப்பு என்று பெயர். உதாரணமாக யுரேனியம் என்ற தனிமத்திற்கு மூன்றுவகை ஐசோடோப்புகள் உண்டென்று இதுவரை தெரிந்-துள்ளது. சில ஐசோடோப்புகளை இயற்கையிலேயே காணமுடிகிறது. சிலவற்றை அணு விஞ்ஞானிகள் செயற்கை முறையாக உண்டாக்கித் தந்திருக்கிறார்கள்.

நமக்குத் தெரிந்த தனிமங்களில் மிகவும் இலே-சானது ஹைடிரஜன் [illegible] சாதாரணமாகக் காணப்படும் இந்த வாயுவில் இரண்டு வகையான ஐசோடோப்புகள் உண்டு. அதில் சாதாரண அணுக்களில் 99.985 சதவீதம் எச் (H) என்ற ஐசோடோப்பு; மீதமுள்ள .015 சதவீத அணுக்கள் (அதா-வது ஒரு லட்சத்துக்கு 15 அணுக்கள்) எச் என்ற அரிய மதிப்புள்ள ஐசோடோப்பாகும். இதற்கு [illegible] என்பது

படம் 7. மூன்று வகையான ஐசோடோப்பு வகைகள் படம் அடுத்த பக்கம்.



எச்^{1} ஐஸடோப்பின் L அணு

எச்^{2} ஐஸடோப்பின் L அணு

எச்^{3} ஐஸடோப்பின் L அணு

கன **ஹைட்ரஜன்** அல்லது **ட்யுட்டீரியம்** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஏழாவது படத்தை நன்கு கவனியுங்கள்.

எச்^{1} என்ற ஐஸடோப்பின் மையக் கருவில் தனியாக ஒரே ஒரு புரோட்டான்தான் காணப்படுகிறது. எச்^{2} என்ற ஐஸடோப்பின் மையக் கருவிலோ ஒரு புரோட்டானோடு ஒரு நியூட்ரானும் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு ஹைட்ரஜன் ஐஸடோப்பிலும் ஒரு சுற்றும் எலெக்டிரான் இருக்கிறது. சாதாரணத் தண்ணீர், இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் ஓர் ஆக்ஸிஜன் (பிராணவாயு) அணுவும் சேர்ந்தது. உலகில் உள்ள நீரின் மூலக்கூறுகளில் பெரும்பான்மையும் முதல்ரக எச்^{1} ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கொண்டதுதான். நீர் மூலக்கூறுகளில் சிறுபான்மை எச்^{2} வகையைச் சேர்ந்தவையாகக் காணப்படுகின்றன. இது இப்பொழுது கண்டறிந்த விஷயம். இந்த இரண்டாவது நீர் வகைக்குத்தான் "**கனநீர்**" என்று பெயர். இந்தத் **கனநீர்** மிகமிக அரிதாக உள்ள கூட்டுப் பொருள். அணுசக்தி ஆராய்ச்சி வளர இந்தக் கனநீர் மாபெரும் உதவி செய்தது. படத்தில் எச்^{3} என்ற மூன்றாவது வகை ஐஸடோப்பையும் காண்கிறோம். சிற்சில சந்தர்ப்பங்களில் செயற்கை முறையால் இதை உண்டாக்க முடியும். அதன் மையக் கருவில் ஒரு புரோட்டானும், 2 நியூட்ரான்களும் உள்ளன. இன்னொரு முக்கியச் செய்தி. ஒரு தனிமத்தின் ஐஸடோப்பு வகைகளை ரசாயன முறையில் பார்த்தால் வேறு படுவதில்லை. அவற்றின் ரசாயனப்பண்புகள்யாவும் ஒரே மாதிரியாகத்தானிருக்கும். ஆதலால் அவை வெவ்வேறு ஐஸடோப்புகள் என்று ரசாயன முறைகளால் அவற்றைப் பிரித்தெடுக்கவும் முடியாது.

ரசாயன இயல்புகளைக்கொண்டு ஒரு தனிமம் இன்னது என்று கூறுகிறோம். ஒரு தனிமத்தின் ரசா

யன இயல்புகள் அதன் அணுவில் சுற்றும் எலெக்டிரான்களையும், அவை சுற்றும் ஒழுங்கையும் பொறுத்தவை. எந்த அணுவாயிருந்தாலும் அதன் எலெக்டிரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாகவே இருக்கும். அணு விஞ்ஞானிகளுக்கு இந்தத் தகவல் மிகமிக முக்கியமானது; மறவாமல் நினைவில் வைத்திருக்க வேண்டியது; அடிப்படையானது. அகவே, இதுவரை தெரிந்த எல்லாத் தனிமங்களையும் பற்றிய அடிப்படைத் தகவல்களையெல்லாம் சேர்த்து, அவர்கள் ஒரு முறையாக ஒழுங்குபடுத்தியிருக்கிறார்கள். அணுசக்தி என்ன என்று அறிய, இந்தத்தகவல் நமக்கு அத்துணை தேவைப்படாவிட்டாலும், அது எப்படித் திட்டவட்டமாகத் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும்.

அணு விஞ்ஞானி ஒவ்வொரு தனிமத்திற்கும் **அணு எண்** ஒன்றைக் கொடுத்திருக்கிறார். Z என்று இது குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு தனிமத்தின் அணு மையத்தில் எத்தனை புரோட்டான்கள் உண்டு என்பதையே இந்த Z சுட்டுகிறது. ஹைட்ரஜனின் அணு எண் Z—1. யுரேனியத்தின் அணு எண் Z—92. இவற்றிற்கிடையே Z—2, Z—3 என்று வரிசையாக 90 தனிமங்களை வகைப்படுத்தியிருக்கிறார்கள். இந்தத் தனிமங்கள் இயற்கையில் கிடைப்பவை. இவற்றைத்தவிர, மேலும் சில புதிய தனிமங்களை ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் செயற்கையாகப் படைத்திருக்கிறார்கள். நெப்ட்யூனியம் என்ற Z—93, ப்ளுட்டோனியம் என்ற Z—94—இவையெல்லாம் இந்தப் புதுரகத்தைச் சேர்ந்தவை. தவிர, அணுவை அடையாளம் காண, **அடர்த்தி எண்** என்ற ஒரு எண்ணையும் கொடுத்திருக்கிறார் அணு விஞ்ஞானி. அதை A என்று குறிப்பது வழக்கம். மையக் கருவில் உள்ள புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள்—இரண்டையும்

கூட்டினால் கிடைக்கும் மொத்த எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது இந்த A. ஆகவே இந்த A, Z என்னும் இரண்டு எண்களையும் பார்த்தவுடனே ஓர் அணுமையம் எந்தவகையானது, எந்த அமைப்பைக் கொண்டது என்று சொல்லிவிட முடியும்.

தனிமங்களுக்கு ரசாயனக் குறியீடுகளும் உண்டு. ஹைட்ரஜனுக்கு H, ஆக்ஸிஜனுக்கு O, தங்கத்திற்கு A W. யுரேனியத்திற்கு U—இப்படிப் பலவிதக் குறியீடுகளை ரசாயனிகள் தனிமங்களுக்கு அளித்திருக்கிறார்கள். பௌதிக விஞ்ஞானி அவற்றைக் கையாளுவதுண்டு. ஆனால் சுருக்கெழுத்து மாதிரி அணுஎண்ணும், அடர்த்தி எண்ணும் அவருக்கு வசமாகப் பயன்படுகின்றன. சுலபமாகவும் சீக்கிரமாகவும் வேலை செய்ய இந்த முறை அவருக்கு உதவுகிறது. தாம் செய்த பரிசோதனைகளையும் அவற்றைக் குறித்த கணக்குகளையும் பதிவு செய்யும்போது, அவர் தனிமத்தின் ரசாயனக் குறியீட்டிற்கு முன்னாலும் கீழேயும் அணு எண்ணை எழுதி, பின்னாலும் மேலேயும் அடர்த்தி எண்ணை எழுதிவிடுகிறார். மூன்று ஹைட்ரஜன் ஐஸடோப்புகளை H^1 H^2 H^3 என்று அவர் குறிப்பிடுவார். யுரேனிய ஐஸடோப்புக்கள் மூன்றையும் $92U^{234}$ $92U^{235}$ $92U^{238}$ என்று எழுதுவதுண்டு.

யுரேனிய அணுவின் மையக் கருவில் எப்பொழுதும் 93 புரோட்டான்களே இருக்கும். ஆனால் அதில் உள்ள துகள்கள் 234, 235, 238 என்றெல்லாம் மொத்தத்தில் மாறுபடலாம். 92க்கு மேற்பட்ட மீதித் துகள்கள் யாவும் நியூட்ரான்கள். ஹைட்ரஜன் அணு மையத்தில் ஒரே ஒரு புரோட்டான்தான் உண்டென்றும், யுரேனிய அணு மையத்தில் 92 புரோட்டான்களே உண்டென்றும், பௌதிக விஞ்ஞானிக்குத் தெரிந்திருப்பதால், குறி

யீட்டை இன்னும் எளிதாகவே அவர் எழுதுவ துண்டு. H^1 H^2 H^3
U^{234} U^{235} U^{238}

என்றே,

ஹைட்ரஜன்-1 ஹைட்ரஜன்-2 ஹைட்ரஜன்-3

யுரேனியம்-234, யுரேனியம்-235 யுரேனியம்-238

என்றே, அவர் சுருக்கி எழுதிவிடுகிறார்.

அணு விஞ்ஞானிகள் இந்தக் குறியீட்டு முறைகளை நுணுக்கமாகக் கவனிக்க வேண்டும் என்பது அவசியமில்லை. ஆயினும் அவர் வேலை செய்யும் முறைகளை நாம் தெரிந்து கொள்ள இது உதவுகிறது

கதிரியக்கம்

அணுவின் அமைப்பை மாற்ற முடியாது என்றே வெகு காலமாக நம்பி வந்தார்கள். ஆனால் இயற்கையில் காணும் பல அணுக்கள் முக்கியமாக மிகக் கனமான அணுக்கள், மையக் கருவில் இறுக்கமும் கூட்டும் இல்லாதவை என்றும், அந்த மையக் கருக்கள் சில துகள்களை வெளிப்போக்குகின்றன என்றும் 20-ம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் விஞ்ஞானிகள் கண்டு பிடித்தார்கள். இந்தத் துகள்களில் சில மையத்தை விட்டு வெளியே போய்விட்டால் மிச்சமிருக்கும் மையம் வேறு வகை மையம் ஆகிவிடுகிறது, என்பதை நாம் உணர வேண்டும். மையம் வேறானால் அந்த அணு வேறு தனிமமாகவே மாறிவிடும். சில தனிமங்கள் இவ்வாறு தரமாகச் சிதைந்துபோவதற்குத்தான் "கதிரியக்கம்" என்று பெயர். அரிய, கனமான **ரேடியம்** என்ற தனிமத்தில்தான் இந்த நிகழ்ச்சியை முதலில் கண்டார்கள்.

இயற்கைத் தனிமங்களுக்கு மட்டும்தான் கதிரியக்கம் உண்டு என்பது இல்லை. விஞ்ஞானிகளால்

செயற்கை முறையிலும் கதிரியக்கத்தை உண்டாக்க முடியும். தங்கம் அல்லது அயடின் போன்ற தனிமங்கள் நிலையான சிதையாத அணுமையம் கொண்டவை. இந்தத் தனிமங்களுக்கும் கதிரியக்கமுள்ள ஐஸடோப்புகள் மிகப் பெரும் பங்கு கொண்டிருக்கின்றன.

கதிரியக்கமுள்ள ஒரு அணுவின் மையக்கரு சிதையும் பொழுது மூன்றுவிதக் கதிரியக்கங்களில் உண்டாக்கக்கூடும். அம்மூன்று விதங்களில் ஒருவிதக் கதிரியக்கமோ, அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கதிரியக்க வகைகளோ உண்டாகலாம்; படத்தைப் பாருங்கள்.

கிரேக்கமொழியின் முதல் மூன்று எழுத்துக்களான ஆல்ஃபா, பீட்டா, கம்மா என்பவற்றின் பெயரை வைத்து இந்த மூன்றையும் அழைக்கிறார்கள்—ஆல்ஃபா கதிரியக்கம், பீட்டா-கதிரியக்கம் காம்மா-கதிரியக்கம், என்று.

ஆல்ஃபா-கதிரியக்கம் என்பது அணுக்களின் மையக் கருவிலிருந்து வெளிப்படும் துகள்களின் பாய்ச்சலே. இப்படிப் பாயும் ஒவ்வொரு துகளும் 2 நியூட்ரான்களும் 2 புரோட்டான்களும் கொண்டது. ஆல்ஃபா-துகள் ஒவ்வொன்றிலும் 2 நேர் மின்சக்தி ஏற்றங்கள் (+) உண்டு என்று ஏற்கெனவே விஞ்ஞானிக்குத் தெரியும். ஹீலியம் என்ற தனிமத்தின் (தனிமங்களில் மிக லேசானவற்றுள் இரண்டாவது இந்த ஹீலியம்) மையக் கருவும் இந்த ஆல்ஃபாத்துகளும் ஒன்றே.

பீட்டா-கதிரியக்கமும் அணுக்களின் மையக்கருவினின்று வெளிப்படும் துகள்களே. இந்தத் துகள் ஒவ்வொன்றும் எதிர்மின்சக்தி (—) கொண்ட ஒரு எலெக்டிரான் ஆகும். ஆனால் பீட்டா-கதிரியக்கத்தில் வெளிப்

படம் 8. அணு மையக் கதிரியக்கத்தின் மூன்று வகைகள். படம் அடுத்த பக்கம்.

ப்படும் எலெக்ட்ரான் மையக் கருவைச் சுற்றிச் சுழலும் எலெக்ட்ரான் அல்ல; மையக் கருவிலிருந்தே அது வெளிப்படுகிறது. சில சமயங்களில் மையக் கருவிலுள்ள நியூட்ரான் சிதைந்து, ஒரு புரோட்டானாகவும் ஒரு எலெக்ட்ரானாகவும் மாறும் என்று முன்பு கூறினோமே. அந்த சிதைவுதான் இது. பீட்டா-கதிரியக்கத்தில் வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான் புறத்தே சுழலும் எலெக்ட்ரான் அல்ல; மையக் கருவின் நியூட்ரானிலிருந்து வரும் எலெக்ட்ரான்.

காமா கதிரியக்கம் என்பது மின்காந்த-அலை-வீச்சு. இது ஒளியின் அலை வீச்சைப் போன்றது. ஆனால் காமாக் கதிர்களின் அலைநீளம், நமக்கு மிகவும் பழக்கமான எக்ஸ்-ரே கதிர்களின் அலை நீளத்தை விடச் சிறியது. காமா கதிரியக்கமும் அணுக்களின் மையக் கருக்களிலிருந்தே பிறக்கிறது. ஆனால் அதில் துகள் எதுவும் வெளிப்படுவதில்லை.

ஒர் அணு மையத்திற்குள் எப்படிப் மாறுதலால் ஆல்ஃபா ஆல்ஃபாத் துகளும் ஒவ்வொரு பீட்டாத் துகளும் வெளியே பாய்கின்றன. பொருளின் மிகச் சிறு புள்ளியில் கூட கோடிக்கணக்கான அணுக்கள் இருக்கின்றன. ஆகவே கதிரியக்கமுள்ள ஒரு பொருளின் சிறு புள்ளியிட இந்தத் துகள்களை வெளியே பாய்ச்சிக் கொண்டேயிருக்கும். மிக்க சக்தி வாய்ந்த நுட்ப நோக்கியின் மூலமாகக் (மைக்ராஸ் கோப்) காணக் கூடிய மிகச் சிறிய புள்ளியில், குறைந்த பட்சம் நூறு கோடி அணுக்கள் இருக்கும் என்றுப் பார்த்துக் கொள்ளுங்கள். இன்னொரு உதாரணமும் கூறலாம். ஒரு கிராம் எடையுள்ள தூய ரேடியத்தில் ஒவ்வொரு விநாடியிலும் 4000 கோடி அணுக்கள் வீதம் சிதைகின்றன. ஆயினும் இந்த ஒரு கிராம் ரேடியத்தில் சரிபாதி சிதை

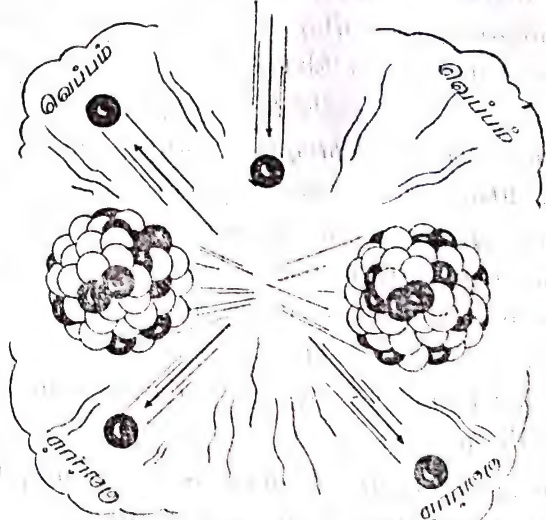
வதற்கு 1620 ஆண்டுகள் பிடிக்கும். இந்த 1620 ஆண்டுகளை ரேடியத்தின் **பாதி வயது** அல்லது அரை ஆயுள் என்று கூறுவது வழக்கம். ரேடியத்தைப் போலவே மற்ற ஒவ்வொரு கதிரியக்க ஐஸடோப்புக்கும் அதற்கென்று தனிப்பட்ட ஒரு ஆயுள் உண்டு. சிலவற்றிற்கு அது கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகளான நெடுங்காலமாக இருக்கும். சிலவற்றிற்கு ஒரு விநாடியில் ஒரு பங்கே உள்ள மிகச் சிறு காலமாக இருக்கும்.

அணு மையக் கருவின் பிளவு

அணுவிற்குள் ஒளிந்துக் கிடக்கும் சக்தியை வெளிப்படுத்த வழி தேடும் முயற்சியில் பௌதிக விஞ்ஞானி ஒரு முக்கியமான உண்மையைக் கண்டு பிடித்தார். பெரிதான அணு மையக் கருக்கள் (முக்கியமாக கனம் அதிகமுள்ளவை) ஏறக்குறையச் சம அளவுள்ள இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மையக் கருவிகளாகத் தகர்ந்து போகும் என்ற உண்மைதான் அது. இதை எபபடிக் கண்டு பிடித்தார்கள் ? பெரிய, கனம் மிக்க அணு மையத்தை வேகமான நியூட்ரான்களைக் கொண்டு, தாக்கினார்கள். இதன் பயனாக பெரிய மையக் கரு, இரண்டு சிறிய மையக் கருக்களாகப் பிளந்து போயிற்று. பிளக்கும் சமயத்தில் ஏராளமான வெப்ப சக்தி உண்டாயிற்று. அதே காலத்தில் சில நியூட்ரான்களும் தனியாக வெளி வந்தன. இந்தப் பிளவு நிகழும் முறைக்குத்தான் அணுமையப் பிளவு என்று பெயர். அணுசக்தியை வெளிப்படுத்துவதில் இது மிக மிக முக்கியமான ஒரு கட்டமாகும்.

படம் 9. அணுவைத் தகர்த்தல்
அடுத்த பக்கம் பார்க்க.





அணு பிளவுபடும் பொழுது என்ன நேர்கிறது என்று இவ்விரண்டு படங்களும் காட்டுகின்றன. மேல் படத்தில் வேகமான நியூட்ரான் ஒன்று ஒரு கன அணுவின் மையக் கருவை நோக்கிப் பாய்வதைக் காண்கிறோம். கீழ்ப்படத்தில், கனமான அணு மையக்கரு இரண்டு சிறு மையக் கருக்களாகப் பிரிந்து விட்டதைக் காண்கிறோம். அதோடு, மூன்று நியூட்ரான்கள் தனியாக வெளியே பாய்கின்றன. பிரிந்த மையக் கருவை, பெரும் வெப்பம் சூழ்ந்திருக்கிறது.

கீழ்ப் படத்தில் காண்பதுபோல, ஒரு கன அணு மையத்தில் பிளவு ஏற்படும் பொழுது பிரம்மாண்ட அளவுக்கு வெப்ப சக்தி வெளிப்படுகிறது. பிளந்து போன இரண்டு சிறிய மையக் கருக்கள், தனியாக வெளிப்பாயும் நியூட்ரான்கள்—இவற்றின் பொருள்—திணிவைக் கவனித்தால், அது முதலில் இருந்த கனமான மையத்தின் பொருள் திணிவைவிடக் குறைவாக இருக்கும். அதே பொருள் திணிவு இல்லை. அப்படியானால் மிச்ச பொருள் திணிவு எங்கே போயிற்று? வெப்பமாகிவிட்டது. அதாவது மையக்கரு பிளக்கும் பொழுது, பொருள் திணிவில் ஒருசிறு பகுதி ஏராளமான வெப்பமாக மாறிவிட்டது. இப்படி வெப்பமாக மாறும் பொருள் திணிவு மொத்தப் பொருள் திணிவில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்குக்கும் குறைவு. அணு சக்தி வெளிப்படுவதில் இந்த மையப் பிளவு முக்கியமான கட்டம் என்று முன்பு சொன்னோம். அப்படி முக்கியமாக இருப்பதற்குக் காரணம், பிளவுபடும் பொழுது ஏராளமான வெப்பம் ஏற்படுவதும் அதிகப்படியான தனி நியூட்ரான்கள் வெளிப்படுவதும் தான்.

விஞ்ஞானிகள் வெற்றிகரமாக அணுவைப் பிளந்த பொழுது ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டைன் முப்பது ஆண்டுகளுக்கு முன் உருவாக்கி வெளியிட்ட தத்துவம் ருசுவாயிற்று. புகழ்பெற்ற தம் ரிலேடிவிடி (சார்பு நிலை= (Relativity) கொள்கையை விவரிக்கையில், பொருளின் திணிவு சக்தி என்னும் இரண்டும் உண்மையில் வெவ்வேறு அல்ல, ஒரே தத்துவத்தின் இரண்டு வடிவங்களே ஆவன என்ற முடிவுக்குவந்தார் அவர். அவருடைய ரிலேடிவிடிக் கொள்கையின் அடிப்படையான அம்சங்களில் ஒன்று இந்த உண்மை. பிற்பாடு அணுமையம் பிளவுபடும் பொழுது பொருள் திணிவும் சக்தியும் ஒரே இயக்கத்தின் இரண்டு வடிவங்கள் என்னும் இந்த உண்மை நிருபிக்கப்பட்டுவிட்டது. இந்தப் பொருள் திணிவு—சக்தி ஒருமையைக் காகிதத்தில் கணக்குப் போட்டுக் காண்பித்து விட்டார் அவர். பலகாலம் கழித்தே, அதை ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் செய்து காட்டி ஊர்ஜிதப்படுத்தினார்கள்.

பல ஆண்டுகள் கணக்குப்போட்டு, திருத்தி, சரி பார்த்த பிறகு உருவான இந்தக் கணக்கை ஓர் எளிய சமன்பாடாக எடுத்துக் கூறினார், ஐன்ஸ்டைன். $E=mc^2$ என்ற விஞ்ஞானச் சமன்பாடுதான் அது. இதை நாம் ஆழ்ந்து ஆராய முயலாவிட்டாலும், அதன் அர்த்தத்தை யாவது தெரிந்து கொள்வோம். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள பொருளின் சக்தி, அந்தப் பொருளின் பொருள்—திணிவை ஒளியின் வேகத்தால் பெருக்கி மீண்டும் அந்த விடையை ஒளியின் வேகத்தால் பெருக்கினால் என்ன விடை வருமோ, அதற்குச் சமமானது. E, M, C—இவற்றிற்குப் பதிலாக எண்களைப் போட்டுப் பார்த்தால் புரியும். அணுசக்தி ஆராய்ச்சியில் இந்த எழுத்துக்கள் எவ்வளவு முக்கியமானவை என்பதும் தெரியவரும். m என்பது பொருள் திணிவு இந்தப் பொருள் திணிவு ஒரு கிராம் என்று வைத்துக்கொள்

வோம். அதை ஒளியின் வேகத்தால் பெருக்கவேண்டும். ஒரு விநாடிக்கு ஒளி எத்தனை செண்டி மீட்டர் தூரம் பாய்கிறது என்பதைக் குறிக்கும் சங்கேதமே c என்பது. பெருக்கி வந்த விடையை மீண்டும் ஒருதடவை ஒளியின் வேகத்தால் பெருக்க வேண்டும். (c^2 என்பதற்கு இதுதான் பொருள். அதாவது ஒளியின் வேகத்தின் இருபடி. அதாவது ஒளியின் வேகத்தை ஒளியின் வேகத்தாலேயே பெருக்கிய எண்). இந்தக் கணக்கின் விடை என்ன தெரியுமா? 90,000,000,000,000,000,000, எர்குகள் (ergs)—அல்லது 250 லட்சம் கிலோவாட் மின்சாரம்! ஒரு பொருளின் திணிவு அனைத்தையும் சக்தியாக மாற்றினால் இந்தப் பெரும் அளவுள்ள சக்தி பிறக்கும். ஆனால் அணு சக்தி உற்பத்தி செய்யும் பொழுது பொருள் திணிவில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கைத்தான் சக்தியாக மாற்ற முடிகிறது. அதாவது, 25000 கிலோவாட் மின்சார சக்தியே கிடைக்கிறது.

யுரேனியம் என்னும் தனிமத்தின் அணுவை, ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் சோதனையளவில் முதல் முதலாகத் தகர்த்த பொழுது, பிரம்மாண்ட சக்தியின் பிறப்பிடம் ஒன்று கைக்குக்கிடைத்து விட்டது என்று விஞ்ஞானிகள் உணர்ந்தார்கள். பிறகு, கணக்குப் போட்டுப் பார்த்ததில், ஒரு ராத்தல் (பவுண்டு) யுரேனிய அணுக்கள் முழுவதையும் தகர்த்தால், அப்போது வெளிப்படும் சக்தி 1500 டன் நிலக்கரியை எரிப்பதால் கிடைக்கும் வெப்பத்திற்குச் சமமாகும் என்று தெரியவந்தது. பொருளின் திணிவில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்குதான் சக்தியாக மாறுகிறது என்று சற்று முன்பு பார்த்தோம். அப்படிப் பார்க்கப் போனால், ஒரு ராத்தல் யுரேனிய அணுக்கள் சிதையும் பொழுது அதில் ஆயிரத்தில் ஒரு

பங்குதான் சக்தியாக மாறுகிறது. அதுவே 1500 டன் நிலக்கரியை எரிப்பதால் கிடைக்கும் வெப்பத்திற்குச் சமமாக இருக்கிறது.

ஆனால் உருப்படியான, உபயோகமான அளவுக்குச் சக்தியாக ஒரு பொருளை மாற்றுவது அவ்வளவு லேசான வேலை அன்று, விஞ்ஞானிகள் எத்தனையோ பிரச்னைகளைச் சமாளிக்க வேண்டியிருந்தது. ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில், கன அணுவின் சில மையக் கருக்களை வெற்றிகரமாகச் சிதைத்து விடலாம். ஆனால் நடைமுறை உபயோகத்திற்கு இது போதுமா? அதற்குப் பெரும் அளவில் அணுக்களைச் சிதைத்தாக வேண்டுமே! அணுவில் பெரும்பாலும் இருப்பது வெறும் காலியிடம் என்று முன்னமேயே கூறியிருக்கிறோம். ஓர் அணுவிற்கும் இன்னோர் அணுவிற்கும் இடையே, சூரிய வெளிதான் நிறையப் பரந்து கிடக்கும். ஒரு தனிமத்தின் அணுக்களின் உள்ளும் அணுக்களின் இடையேயும் இவ்வளவு சூரிய வெளி இருப்பதால், பிளவுபடும் இயல்பு கொண்ட ஒரு பொருளுக்குள் ஒரு நியூட்ரானைப் பாய்ச்சும்பொழுது, அந்த நியூட்ரான் நேராக மையக் கருவைத் தாக்கிப் பிளக்கும் என்பது என்ன நிச்சயம்? ஒரு மையக் கருவின் மீதும் படாமல், அது அப்படியே அந்தப் பொருளின் ஊடே புகுந்து வெளி வந்து விடலாமே! நியூட்ரான்களை ஓயாமல், கடுமையாகப் பாய்ச்சினாலும் கூட, பிளவு மிகச் சொற்பமாகத்தான் நிகழும். இந்தச் சொல்பச்சிதைவிலிருந்து வெளிப்படும் சக்தியோ மிக மிக சொற்பமாகத்தானிருக்கும். பிளவுகளைப் போதிய அளவுக்கு ஏராளமாக உண்டாக்கவேண்டும். இல்லாவிட்டால் நடைமுறையில் எந்தப்பயனும் கிடைக்காது.

அணுவமையத்தில் தொடர்க்கிரியை

விஞ்ஞானிகள் சளைத்துவிடவில்லை. இந்தப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தார்கள். அதுதான் யுரேனியம்—235 (ய 235). இந்த யுரேனிய ஐஸடோப்பை, வேகமற்ற "மெதுவான" நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கினுல், அதன் அணுவின் மையக்கரு பிளந்து போகும். "மெதுவான" நியூட்ரான் என்பது குறைந்த வேகத்தில் செல்வது, அதாவது, ஒரு விநாடிக்கு ஒரு மைல் செல்வது ஒளி ஒரு விநாடிக்கு 186,000 மைல் செல்கிறது. யுரேனியம் 235—அணுவின் மையக்கரு பிளக்கும்போது 2 அல்லது 3 நியூட்ரான்களை அது வெளியேக்குகிறது. இந்த நியூட்ரான்களின் வேகத்தை விட்டால், அவற்றைக்கொண்டே இன்னொரு யுரேனியம்—235 அணுவைத் தாக்கிப் பிளக்கச் செய்யலாம். அது பிளந்து, அதிலிருந்து 2 அல்லது 3 நியூட்ரான்கள் வெளிப்படும். அவற்றின் வேகத்தைக் குறைத்து இன்னொரு யுரேனியம்—235 அணுவைப் பிளக்கச் செய்யலாம் இப்படியாக, நியூட்ரான்களை உண்டாக்கி உண்டாக்கி, அடுக்கடுக்காகப் பிளவுகள் நிகழுமாறு செய்வதுதான் தொடர்க்கிரியை எனப்படுகிறது.

அடுத்த பக்கத்திலுள்ள 10-ம் படத்தைப் பாருங்கள்.

அடுத்தப் படத்தில் தொடர்கிரியை விளக்கப் பட்டிருக்கிறது. உச்சியில் பாயும் நியூட்ரான் ஒன்று மையக்கரு ஒன்றை பிளந்திருக்கிறது. வ்வொன்றிலிருந்தும் வெளியாகும் இரண்டு தனி நியூட்ரான்கள் மீண்டும் இரண்டு மையக்கருக்களைப் பிளக்கின்றன. இப்படி இந்தப் பிளவுகள் தொடர்ந்து நிகழ்ந்துகொண்டே போகின்றன.



ஒரு யுரேனியம்—235 அணு மையம் பிளந்து 3 நியூட்ரான்களை வெளிப்படுத்தி, அந்த மூன்றில் ஒவ்வொன்றும் மீண்டும் பிளவுகள் உண்டாக்கி வந்தால் 1, 3, 9, 27, 81, 243, 729, 2187, 6561, 19683 என்றும் இதைப் பெருக்கல் விருத்தி விகிதத்தில் பிளவுகள் பெருகிக் கொண்டே போகும். அதாவது பத்தாவது படியில் மட்டுமே சுமார் 20,000 பிளவுகள் நிகழ்ந்துவிடும். இந்த இருபதினாயிரத்தில் ஒவ்வொன்றும் ஒரு பிளவுத் தொடரையேற்படுத்தும். அதாவது இருபதாவது படியில்மட்டும் 40 கோடி சிதைவுகள் நிகழ்ந்திருக்கும். இந்த மாதிரி ஆயிரம் படிகள் அடுத்தடுத்து வருவதற்கு ஒரு விநாடியில் ஒரு சிறு பங்குகூடப் பிடிக்காது. அவ்வளவு பிரமிக்கத்தக்க வேகத்தில் இந்தத் தொடர்க்கிரியை நிகழ்கிறது. இதை அடக்கிக் கட்டுப்படுத்தாவிடில் எத்தகைய பிரம்மாண்டமான வெடிப்பு நிகழும் என்று சொல்லத் தேவையில்லை.

ஆனல் உண்மையில் காட்டுத் தீயைப்போல் விரைவாகப்பரவும் பெருக்கமாக பிளவுகள் ஏற்படுவதில்லை. ஏனென்ருல் யுரேனியம் 235 பிளக்கும்பொழுது ஒவ்வொரு பிளப்பும் மூன்று நியூட்ரான்களை வெளியே கக்குவதில்லை. வெளிப்பட்ட ஒவ்வொரு நியூட்ரானும் இன்னெரு மையக் கருவைத் தாக்குவதில்லை. அணு மையத்தின் புறத்தே உள்ள மேல் பரப்பின் வழியாக சில நியூட்ரான்கள் தப்பித்து ஓடிவிடுகின்றன. ஆகவே தொடர்க் கிரியைக்குத் தேவையான பல நியூட்ரான்கள் கிடைக்காமல் போய்விடுகிறது. சென்ற பாராவில் போட்ட கணக்கு ஒவ்வொரு பிளவிலும் மூன்று தனி நியூட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன என்றும், அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் வேறுமூன்று மையக் கருக்களைத் தாக்கிப் பிளக்கின்றன என்றும் வைத்துக்

கொண்டு போட்ட கணக்கு. ஆனல் நடப்பில், தொடர்க்கிரியைக்கு ஒரு நியூட்ரான் வெளிப்பட்டாலே போதுமானது. ஒவ்வொரு பிளவிலும் ஒரே ஒரு நியூட்ரான் வெளியானுலுமே தொடர்க் கிரியை தானுக நிகழ்த்தொடங்கும். இப்படிப் பிளவின் வேகத்தை வேண்டிய அளவுக்குக் கட்டுப்படுத்தி நிகழச் செய்தால், அது "கட்டுப்பட்ட, தானியங்கு தொடர்க்கிரியை" என்று அழைக்கப்படும். (Self-sustaining controlled chain reaction.)

தொடர்க் கிரியை நிகழ, அணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைந்த பட்சம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குக் குறையாமல் இருக்கவேண்டும். இதற்கு [critical mass] மாறுதலால் அத்யாவசிய அளவு அல்லது பொருள் திணிவு என்று பெயர். வெளிப்படும் நியூட்ரான்கள் ஏராளமாகத் தப்பி ஓடி, பிளவுச் செயலை நிகழ்த்தாமல் போகலாம். ஆகவே போதிய அளவுள்ள பொருள் இருந்தால்தான் நியூட்ரான்கள் அதைவிட்டுத் தப்பி ஓடாமல் பிற மையக் கருக்களைத் தாக்க வாய்ப்பு இருக்கும்.

தனி ஒற்றை அணுக்களை முதலில் தகர்த்தான் விஞ்ஞானி. பின்பு அடுக்கடுக்காகத் தகர்க்கும் தொடர்க்கிரியை எப்படி உண்டாக்குவது என்று கற்றுக்கொண்டான். பின்பு தொடர்க் கிரியை தானுகவே நிகழ்வதைக் கண்டான். பின்பு அதை எப்படிக் கட்டுப்படுத்தி நிகழச் செய்வது என்ற மர்மத்தையும் புரிந்துகொண்டு வெற்றி பெற்ருன். இதுதான் மனிதன் படிப் படியாக அணுப் பிளவையும் அணு சக்தியை நன்குப் பயன்படுத்துவதையும் கற்றுக் கொண்ட கதையின் சாரம்.

10-வது படம் தானியங்கு தொடர்க் கிரியையை நன்கு எடுத்துக் காட்டுகிறது.

இது அணுப் பிளவு வளர்ந்த வரலாறு.

ஆனால் இப்பொழுது **இணைப்பு** என்னும் ஒரு சொல் கேட்கத் தொடங்கியிருக்கிறது. [ஹைட்ரஜன் குண்டு அந்த முறையினால் செயல்புரிகிறது.] இதைப்பற்றி சமீப காலத்தில் பலர் பேசியும் ஆய்ந்தும் வருகிறார்கள். ஆனால் அதனால் ஆக்கத்துறையில் என்னபயன் கிடைக்கப் போகின்றன என்று குறிப்பாக ஒன்றும் இதுகாறும் வெளியில் தெரியவில்லை. அது எப்படி யிருப்பினும் அது என்ன என்று தெரிந்து கொள்வது நல்லது. இணைப்பு என்பது பிளவுக்கு நேர்மாறான நிகழ்ச்சி. அணுவைப் பிளப்பதற்குப் பதிலாக, லேசான அணுக்களின் மையக் கருக்களை இணைத்து ஒரு கன மையக் கருவாக மாற்றுவதுதான் இந்த **இணைப்பு** என்னும்முறை. பிரம்மாண்டமான வெப்பத்தின் உதவியால் இந்த இணைப்பு இயற்றப்படுகிறது. கோடிக் கணக்கான டிக்ரி அளவுள்ள வெப்பம் இதற்குத் தேவை. அணுப் பிளவில் உண்டாவதைவிட இந்த இணைப்பு முறையில் இன்னும் பெரும் அளவிற்குச் சக்தி வெளிப்படுகிறது. இந்த இணைப்பை வெற்றிகரமாகச் செய்ய இரண்டு பிரசினைகளைத் தீர்த்தாக வேண்டும். இணைப்புக்குத் தேவையான மாபெரும் வெப்பத்தை எப்படி ஆபத்தின்றி உண்டாக்குவது ? அந்த வெப்பத்தைத் தாங்கிக் கொள்ளும் ஆற்றலுள்ள உலோகம், பாத்திரம் அல்லது சாதனம் எது ? இவைதான் அந்தப் பிரச்னைகள். மனித வாழ்வில் ஆக்கத் துறையில் இணைப்பு முறையால் எத்தனையோ நன்மைகளும் பயன்களும் விளையக்கூடும் என்று கூறுகிறார்கள் அணு விஞ்ஞானிகள். ஆனால் இந்தத் துறையில் இன்னும் சாதிக்கவேண்டியது எவ்வளவோ இருக்கிறது.

2

அணு உலை

உருவான வரலாறு :

முதல் அத்தியாயத்தில், பொருள் என்பதுசக்தியின் ஒரு வடிவம் என்றும் [அதாவது சக்தியின் சேமநிதி அல்லது நிலயம்] பொருளுக்கும் அது குறிக்கும் சக்திக்கும் இடையே உள்ள எளிய தொடர்பை ஒரு சூத்திரத்தின் மூலம் ஐன்ஸ்டைன் இந்நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் எடுத்துக் காட்டினார் என்றும் கண்டோம். $E = mc^2$ என்பது அந்தச் சூத்திரம். எளிதாகச்சொல்ல வேண்டும் என்றால் பொருளின் திணிவை ஒளியின் வேகத்தால் பெருக்கி, மீண்டும் ஒளியின் வேகத்தாலேயே அதைப் பெருக்கினால் என்னவிடை வருமோ அதுதான் அந்தப் பொருளின் சக்தி.

ஐன்ஸ்டைன் இந்தச் சமன்பாட்டை உலகுக்கு அறிவித்து, 35 ஆண்டுகட்குப் பிறகுதான், அணுவின் மையக் கருவில் அடங்கிக் கிடக்கும் பிரம்மாண்ட சக்தியைச் செயலளவில் வெளிப்படுத்த முடியும் என்று தெரிந்தது. 1938ம் ஆண்டு ஹான், ஸ்ட்ராஸ்மன், என்ற இரு ஜெர்மானியர்கள் நியூட்ரான்களைக்கொண்டு தாக்கி யுரேனிய அணுவைப் பிளந்தார்கள். ஆனால் தனி நியூட்ரான்களைத் தொடர்ச்சியாக வெளிப்படுமாறு செய்வதன் மூலம் இந்த பிளவை தொடர்ந்து நீடிக்கச் செய்யலாம் என்று தெரிந்தபிறகுதான், அணுசக்தியை நடைமுறை உபயோகங்களுக்குப் பயன்படுத்தக்கூடிய வாய்ப்பு ஏற்

பட்டது. அணுப் பிளவை உண்டாக்கி, தொடர்ந்து நிகழ்த்தவும், கட்டுப்படுத்தவும் உதவும் சாதனத்திற்கு "ரியாக்டர்" அல்லது அணு உலை என்று பெயர். ஆக்கப் பணிகளுக்கு அணுசக்தியால் என்னென்ன பயன்கள் உண்டென்று அறிய, முதன்முதலில் அணு உலை எப்படித் தொழில் புரிகிறது, எதற்காக அது உருவாக்கப்பட்டது என்பதை அவசியம் தெரிந்து கொள்ளவேண்டும்.

கிராவைட் (பென்சில் கரி) உலை என்னும் பெயர் கொண்ட அணு உலையை ஆராய்ந்தால், மற்ற அணு உலைகளின் அமைப்பு, தொழில் இரண்டையும் நன்கு தெரிந்து கொள்ளமுடியும். 1942ம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் சிகாகோ நகரத்தில் கட்டி முடிக்கப்பட்ட இந்த உலைதான் உலகில் முதல் முதலாகத் தோன்றிய அணு உலை. இரண்டாம் உலக யுத்தம் நடக்கும்பொழுது இந்தச் சாதனம் உருவானதால் அந்தச் செய்தியை மிக மிக ரகசியமாகக் காக்க வேண்டியிருந்தது. ஆகவே அதை "பைல்" (Pile) அல்லது அடுக்கு என்றுகுறிப்பிட்டார்கள். அடுக்கு என்பது பொருத்தமானசொல் என்றுதான் கூறவேண்டும். ஏனெனில் அதன் புறத்தோற்றம் ஓர் அடுக்கைப்போல் தானிருந்தது.

அணு உலை எப்படி இருக்கும்? இதை விவரமாகத் தெரிந்துகொள்ளுமுன், என்னென்ன விஞ்ஞான உண்மைகளை ஆராய்ந்து, எந்தெந்தக் கட்டங்கள்மூலம், முதல் அணு உலையை அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் அமைக்கலானுர்கள் என்ற வரலாற்றை நினைவு படுத்திக்கொள்ள வேண்டும். முதன்முதல், எந்த எரிபொருளை, எந்தத் தனிமத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பது என்றபிரச்னை எழுந்தது. யுரேனியத்தின் ஒருஐஸடோப்பு யுரேனியம்—235. மெதுவாகப்பாயும் நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்கி இந்த யுரேனியம்—235ஐ பிளக்க முடியும் என்றும், அந்தப் பிளவைத் தொடர்ந்தும், கட்டுப்படுத்தியும் நிகழ்த்த இது ஏற்றது என்றும் தெரிந்தது. பூமியிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படும் யுரேனியத்தில், யுரேனியம்—253 அளவு 1 சதவிதத்திற்கும் குறைவு. அதாவது 100 ராத்தல் யுரேனியத்தை வெட்டி எடுத்தால் அதில் ·7%தான் யுரேனியம்—235 என்று ஐஸடோப்பு வகை கிடைக்கும் மீதியிருக்கும் 99·3 சதவிதம் யுரேனியம்—238 என்னும் வகை. மெதுவான நியூட்ரான்களை மோதவிட்டு, இந்த யு—238ஐச் சிதைக்க முடியாது. ஆகவே இயற்கையாகக் கிடைக்கும் யுரேனியத்தைக் கையாளும் அணு உலைகள் வடிவில் மிகப் பெரியவையாக இருக்கவேண்டியிருந்தது. என்? ஏராளமாக யு—238ஐ உபயோகித்தால் தான் துளியாவது யு—235 கிடைக்கும். நாளடைவில் இயற்கை யுரேனியத்தோடு, யு—235ஐக் கலந்து அதை வலுப்படுத்தும் முறையைக் கையாண்டார்கள். இந்த யுக்தியினுல், முன்னைவிடச் சிறிய அளவுள்ள உலைகளை அமைக்க முடிந்தது. முன்னிலும் குறைந்த அளவு யுரேனியமே, இந்தச் சிறிய உலைகளை ஊக்குவிக்கப் போதுமானதாக இருந்தது.

ஆனுல் யுரேனியம்—235 போதிய அளவுக்குக் கிடைப்பதுதான் சிரமமாயிருந்தது. இயற்கை யுரேனியத்தோடு கலக்கவேண்டியிருந்த அளவுக்கு அப்பொழுது இருந்த யு—235 கிடைக்கவில்லை. ஐஸடோப்புகளைப் பிரிக்கும் கடினமான முறையால், ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் சொற்ப அளவு யு—235ஐப் பிரித்தெடுத்தார்கள். ஆனுல் ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் எடுக்கும் யு—235 யானைக்குச் சோளப்பொரி போட்டமாதிரி. அணு உலைகளை ஊக்குவிக்க அதுபோதவே போதாது.

நெடுநாள் சோதனைகளைச் செய்தபிறகு யு—238லிருந்து யு—235ஐப் பிரித்தெடுக்க ஒருசிக்கலான, சாமர்த்

தியமான வழிகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள். இதற்கு வைப்பாக்க முறை என்று பெயர். இது என்ன முறை? [illegible] இந்த முறை யால் இயற்கை யுரேனியத்திலிருந்து சேர்த்து அதை மறு படியும் [illegible] அளவுக்கு யு-235 கொண்டதும் யு-235 அதிகமாகக் கொண்டதாகும் [illegible] அதாவது [illegible] தொடர்ந்து [illegible] இந்த [illegible] யு-235 [illegible] அளவு இருந்தால்தான். [illegible] நியூட்ரான்கள் [illegible] உள்ளே [illegible] மேலே அணுக்களைப் பிளக்கும் அணுப் பிளவு தொடர்ந்து நடந்து வரும்.

அணுப் பிளவு தானாகவே தொடர்ந்து நடை யு-235 ஐத் [illegible] அளவுக்குத் தேவைப்படும். ஆகவே இயற்கை யுரேனியத்தை [illegible] அதிகமாக யு-235-ஐச் சேர்க்கிறோம். [illegible] உலை யின் அளவையும் சிறிதாக்க முடியும். தொடக்கத்தில் அமைக்கப்பட்ட [illegible] அணு உலைகள் வடிவில் மிக மிகப் பெரியவையாக இருந்தன. எனினும் அப் போது [illegible] யு-235 அதற்குத் தனி யாகச் சேர்க்கப்படவில்லை. தொடர்ச் [illegible] நடக்க [illegible] தேவையான [illegible] அதிகமாக இருந்தபடியால் உலையின் அளவும் பெரிதாக இருந்தது. ஆனால் இன்று உருவாக்கப்படும் உலைகள் அப்படி இல்லை. [illegible] பிரமாண்டத்தை [illegible] அவை சிறியவையாக இருக்கின்றன.

ஒரு பிரச்சினை தீர்ந்தது. ஆனால் சிக்கல் இருக்கிற தென்றுவிடவில்லை. நியூட்ரானின் வேகத்தை எப்படிக் கட்டுப்படுத்துவது என்ற புதுப் பிரச்சினை முளைத்தது. யுரேனியம்-235 பிளக்கும் பொழுது வெளிவரும் நியூட் ரான்கள் மிக வேகமானவை. இந்த வேகத்தை வெகு குறைத்தால் தான் மெதுவான (தெர்மல்) வேகம் என்று கூறப்படும் அளவுக்குக் குறைத்தால்தான் மேலே மேலே தொடர்ந்து வேறு அணுக்களை அவை பிளக்க முடியும். வேகத்தை எப்படிக் குறைப்பது? ஒரு முட்டுக்கட்டை வேண்டும். முட்டுக் கட்டையாக (வேகம் அடக்கியாக) வேறு ஒரு பொருளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்தப் பொருளின் அணு மையங்களோடு வேகமாக வீசிவரும் நியூட்ரான்கள் மோதினால் அந்த நியூட்ரான்களின் வேகம் மட்டுப்படும். முட்டுக்கட்டைப் பொருளின் அணுக்களின் மையக்கருக்கள் சிறியவையாக இருக்க வேண்டும். அவை பெரியவையாக இருந்தால் நியூட் ரான்கள் மோதியதும் உக்கித் திரும்பிப் போய்விடும். வேகம் குறையாது. கோலி விளையாடும் பொழுது ஒரு பட்டத்தின் மீது கோலியை அடித்தால், அடித்த வேகத் தோடு கோலி திரும்பிவிடும். இன்னொரு கோலியிது அடித்தால் வேகம் குறையும். அந்த இன்னொரு கோலும் முதற்கோலியின் வேகத்தில் பாதியையோ, அல்லது சில சமயம் முழுவதையோ வாங்கிக்கொண்டு முன்னே செல் லும். முதற்கோலி வேகமான நியூட்ரானைப் போன்றது. பட்டம் அது வேகத்தைக் குறைக்காது. ஆனால் அது நல்ல முட்டுக்கட்டை ஆகாது. இன்னொரு கோலியைச் சரி யான முட்டுக்கட்டை என்று கூறலாம். (பில்லியர்ட் ஆட்டத்தில் கூட இப்படித்தான். பந்து [illegible] வேகம் கட்டத்தின்மீது மோதினால் உக்கிக்கொண்டு வேகம் குறையாமல் வேறு திசையில் பாயும். இன்னொரு

பந்தின்மீது பட்டால் வேகம் குறையாமல் வேறு திசையில் பாயும். இன்னொரு பந்தின்மீது பட்டால், வேகம் குறையும். அடிப்பட்ட பந்து, அந்த வேகத்தை வாங்கிக் கொண்டு நகரும்) ஆகவே, முட்டுக்கட்டையாகக் கையாளப்படும் பொருளின் அணு மையம் சிறிதாக இருந்தால்தான் பயனுண்டு. பாய்ந்து வரும் நியூட்ரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்கும்.

முட்டுக்கட்டைப் பொருளின் அணு மையங்கள் சிறிதாக இருந்தால் மட்டும் போதாது. வேக நியூட்ரான்களை அவை தடுத்து அப்படியே நிறுத்தி விடவும் கூடாது. அப்படித் தடுத்து நிறுத்திவிட்டால் அணுக்கள் தொடர்ந்து பிளவுபடத் தேவையான நியூட்ரான்கள் எப்படிக் கிடைக்கும்? ஆக முட்டுக்கட்டைப் பொருள்களின் அணு மையங்கள் சிறிதாகவும், இருக்க வேண்டும். நியூட்ரான்களின் வேகத்தைச் சரியான அளவுக்கும் குறைக்க வேண்டும். இந்த இரண்டு தகுதிகளும் உள்ளவை இரண்டு பொருள்கள்—ஒன்று கனநீர்; இன்னொன்று கிராவைட்டு. இவ்விரண்டையும் பலவகைப்பட்ட அணுஉலகில் இப்பொழுது கையாண்டு வருகிறார்கள்.

அணு உலையை எந்த உருவத்தில் அமைப்பது, எப்படி அமைப்பது, என்று தீர்மானிக்கையில் இன்னொரு பிரச்னையும் முளைக்கிறது. அதுதான் தப்பி ஓடும் நியூட்ரான்களும் கம்மா கதிர்களும், நம்மீது பாயாமல் காத்துக் கொள்ளுவது எப்படி என்ற பிரச்னை. கிராவைட்டு அணு உலையில், உலையைச் சுற்றிலும் மிக மிகக் கனமான சிமெண்டு கான்கிரிட் சுவர்களைக் கட்டி, இந்தப் பாதுகாப்பை ஏற்படுத்துகிறார்கள். சிமெண்ட் கான்கிரிட்டுக்கு நியூட்ரான்களை உள்வாங்கிக் கொள்ளும் ஆற்றல் உண்டு. அணு மையத்திநின்று வெளிப்படும் கதிர்களிலிருந்து காத்துக்கொள்ள உதவும் பாதுகாப்பு பொருள் திணிவுதான். தடுப்பாக உதவும் பொருள் எதுவாயிருந்தாலும் குறிப்பிட்ட அளவு கதிரியக்கத்தினின்றும் காத்துக்கொள்ளத் தேவையானது பொருள் திணிவு அல்லது எடைதான். ஆகவே அடர்த்தி (அதாவது எடை) அதிகமுள்ள பொருளை உபயோகித்தால் அது மெல்லியதாக இருந்தாலும் கூட அதைத் தடையாக உபயோகித்து பயனும் அடையலாம். கிராவைட்டு அணு உலைகளைச் சுற்றி நான்கடிக்கு அதிகமான கனத்திற்கு கான்கிரிட்டுச் சுவர் எழுப்புகிறார்கள். கம்மா கதிர்களினின்று இன்னும் சிறந்த பாதுகாப்பைப் பெறுவதற்காக அதிகப்படியாக இரும்புத் தகடுகளை உறையாக போடுவதுண்டு.

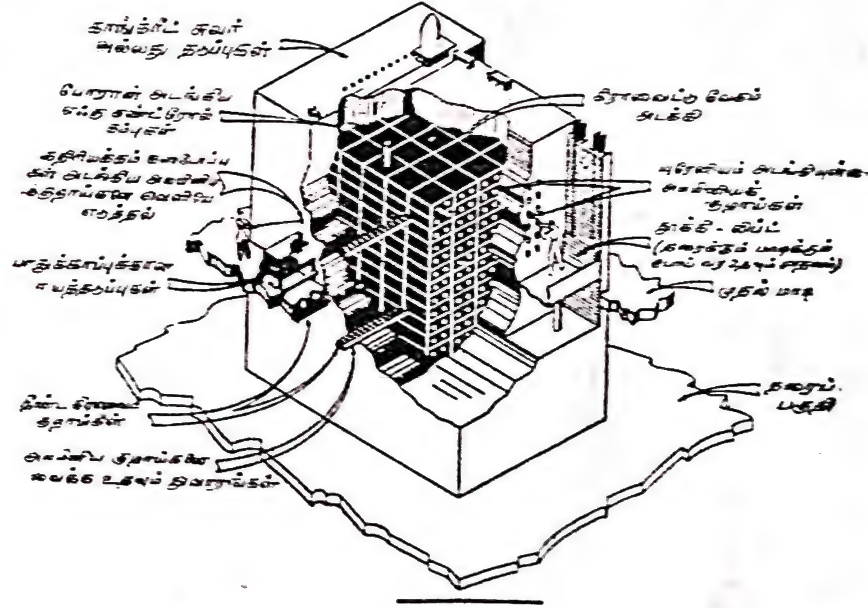
மிகமிக முக்கியமானது தொடக் கிரியைக் கட்டுப்படுத்தி நிரம்பச் செய்வதுதான். ஆகவே அதிக அளவுக்குப் பிளவை உண்டாக்கஇருக்கிற நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையையும் வசப்படுத்த வேண்டும். இதற்காகதான் "கண்ட்ரோல் கம்புகள்" எனப்படும் கட்டுப்படுத்தும் கம்புகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இந்தக் கம்புகள் நியூட்ரான்களை உள்வாங்கும் ஆற்றல் கொண்ட பொருளால் செய்யப்பட்டவை சாதாரணமாக 'போரான்" பொருள்தான் இதற்குப் பயன்படுகிறது. இந்த போரான் கம்புகளை அணு உலையின் மையத்தில் செருகவோ, அல்லது அங்கிருந்து எடுக்கவோ செய்யலாம். தேவைக்கு ஏற்றார்போல இவற்றைப் புகுத்தவோ, எடுக்கவோ முடியுமாறு உலையை அமைப்பார்கள். அவற்றை உலையில் கொடுத்துவிட்டால் பல நியூட்ரான்களை அவை உள்வாங்கிவிடும். அதனல் தொடர்க்கிரியையும் நிகழாமல் தடுத்துவிடும். மெள்ள மெள்ள வெளியே இழுத்தால் தொடர்க்கிரியை தொடங்கிதானே

நிகழும். தொடர்க்கிரியையை நிறுத்த வேண்டுமானல் இந்தக் கம்புகளை உள்ளே புகுத்திவிட்டால், ஒரு நொடிக்கும் குறைவான நேரத்தில் அணு உலையின் செயல் ஓய்ந்துவிடும். மின்சாரத்தின் உதவியால் இப்பொழுது இந்தக் கம்புகளை இயக்குகின்றனர். உள்ளும் வெளியுமாக இந்தக் கம்புகள் ஊசலாடும். அதனல் அணு உலையின் செயல் தானுக, ஒழுங்காக, கட்டுப்பாடான முறையில் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும்.

அணு உலையில் நிகழும் தொடர்க்கிரியை அளவு மீறிப்போகாமலிருக்க முன் ஜாக்கிரதையாக பல வழிகள் கையாளப்படுகின்றன. குறுக்காக வைத்திருக்கும் கண்ட்ரோல் கம்புகளை மின்சாரம் இயக்குகிறது. திடீர் என்று இந்த மின்சாரம் நின்றுவிட்டால் ? இந்த நெருக்கடியை சமாளிப்பதற்காக, செங்குத்தாகவும் சில கண்ட்ரோல் கம்புகளைத் தொங்கவிட்டிருப்பார்கள். மின்காந்தத்தின் சக்திபோல் அவை மேலே பற்றிக்கொண்டு தொங்கும். மின்சாரம் நின்றுபோன சமயங்களில் சட்டென்று காந்தப் பிடிப்பு அற்றுபோவதால் அந்தக் கம்புகள் உலையின் மையத்திற்குள் விழும். பிளப்பும் உடனே நின்றுபோகும். இதைத்தவிர உலையின்மேலே கயிறு அல்லது கம்பிகள் போட்டும் சில கண்ட்ரோல் கம்புகளைக் கட்டி வைத்திருப்பார்கள். வேண்டும்பொழுது கயிற்றையோ, கம்பியையோ அறுத்துவிட்டால் கம்புகள் தொப்பென்று உலைக்குள் விழுந்து பிளப்பை நிறுத்தும். ஆகவே முன்ஜாக்கிரதைகள் எச்சரிக்கைகள்—எதையுமே குருட்டாம் போக்கில் நடக்கட்டும் என்று விட்டு வைப்பதில்லை. அணு உலையில் மட்டுமின்றி அணுசக்தி சம்பந்தமான எந்த வேலையாகட்டும், ஆராய்ச்சியாகட்டும், அவற்றில் எல்லாம் இந்தப் பாதுகாப்புகளைக் கடுமையாக கையாண்டு வருகிறுர்கள்.

கிராவைட்டு அணு உலை

கிராவைட்டு அணு உலை பார்வைக்கு எப்படித் தோற்றமளிக்கும் ? 11-ம் படத்தைப் பாருங்கள். அதன்



கிராவைட் அணு உலை

மையம் 30 அடி நீளம். 30 அடி அகலம். 30 அடி உயரம் கொண்ட ஒரு பெரிய கன சதுரம். இந்தக் கன சதுரம் மிகமிக சுத்தமான கிராவைட்டு கட்டைகளால் அமைந்த அடுக்கு. இந்தக் கட்டுப்படுத்தும் சாதனத்தில் உருளை வடிவமாகச் சுமார் ஆயிரம் துளைகள் இருக்கின்றன. இந்தத் துளைகளில் ஒவ்வொன்றும் நாலு அங்குலம்

குறுக்களவு கொண்டவை. இந்தத் துளைகள் சிலவற்றிற்குள் யுரேனியத்தை கம்பி அல்லது கோலி வடிவில் செலுத்துவார்கள். இந்த யுரேனியக் கம்பிகள் (அல்லது கோலிகள்) மெல்லியனவாக அல்லது சிறியனவையாக இருக்கும். அதாவது துளையைக் கெட்டியாக அடைத்துக் கொண்டிராமல் குளிரச் செய்யும். காற்று அவற்றைச் சுற்றிலும் புகுந்து உலவும்படியாக இடம் இருக்கும். இதைத்தவிர, மையக் காரியச் சதுரத்தைச் சுற்றிலும் ஒரு அடிகனத்திற்கு அதிகப்படியான கிராவைட்டையும் வைத்திருக்கிறார்கள். இந்த மேல் சுவரானது தப்பி ஓடும் நியூட்ரான்களைத் தடுத்து மீண்டும் உள்நோக்கி அனுப்ப உதவுகிறது.

இந்தக் கிராவைட்டு மேற்சுவரைச் சுற்றி காற்றுக் குழல்கள் உண்டு. இவற்றின் வழியாகக் காற்றுப் புகுந்து இப்படிச் சுழன்று உலையின் சூட்டைத் தணிக்கிறது. இப்படிக் கட்டுப்படுத்தும் கம்புகள் ஆறிலிருந்து பத்து வரை இருக்கும். உலையிலும் இரு பக்கங்களிலும் அவற்றைக் காண முடியும். அல்லது மேல் கீழாகச் செருகுவதற்கேற்றவாறு, உலையின் மேற்பாகமும் அவற்றை அமைப்பதுண்டு.

அணு உலையை ஒரு "கண்ட்ரோல்" அறையிலிருந்து மேற்பார்க்கிறார்கள். இந்த அறை உலைக்கு அருகிலேயே இருக்கும். அந்த அறையில் எலெக்ட்ரான்களால் இயங்கும். எலெக்டிரானிக் விசைகள் பல சூழ, நுண் பயிற்சியுள்ள ஒருவரோ பலரோ உட்கார்ந்திருப்பார்கள். எலெக்டிரானிக் விசைகளோடு வரி கோடிட்டுப் பதிவு செய்யும் தானியங்கி இயந்திரங்கள், மின்னும் விளக்குகள்' கைப்பிடிகள், திருகுகள், இன்னும்

சிக்கலான தோற்றம் கொண்ட பல சாதனங்கள்—இத்தனையும் அங்கே இருக்கும். இவற்றையெல்லாம் அமைதியாகப் பார்த்து, கவனித்து, ஆராய்ந்து உலையின் சிக்கலான அமைப்பையும் இயக்கத்தையும் கட்டுப்படுத்திக் கொண்டிருப்பார்கள் இந்த மனிதர்கள்.

ஒவ்வொரு உலையிலிருந்தும் அடிப்படையான மூன்று பொருள்கள் உண்டாகின்றன. முதலாவது நியூட்ரான் வீச்சு, இரண்டாவது வெப்ப சக்தி, மூன்றுவது பிளவின் விளைவாக வரும் கதிரியக்கமுள்ள பொருள்கள். இந்தப் பொருள்களில் ஒவ்வொன்றும் எந்த அளவுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது என்பது அந்த அந்த உலையின் மாதிரி, அமைப்பு, உபயோகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. ஆராய்ச்சி உலை என்று ஒன்று உண்டு. பொருள்களின் அமைப்பையும் இயல்புகளையும் ஆராய்வதற்குத் தேவையான நியூட்ரான்களை அணு விஞ்ஞானிக்குத் தருவதுதான் இதன் முக்கிய நோக்கம். மிகமிகச் சக்தியுள்ள நியூட்ரான் வீச்சை உண்டாக்குவது அணு உலைதான். நியூட்ரான் விஞ்ஞானம் வளர உண்மையாக உதவி செய்திருப்பது இந்த ஆராய்ச்சி உலைதான்.

சில உலைகள் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை உண்டாக்கவே அமைக்கப்படுகின்றன. பிளவின் விளைவாக உண்டாகும் கதிரியக்கப் பொருள்களை இந்த உலைகளில் தான் எடுக்கிறார்கள். இதுமட்டுமின்றி, உலைக்குள் உண்டாகும் நியூட்ரான் பாய்ச்சல் அல்லது இயக்கத்திற்கு இலக்காகச் செய்து கதிரியக்கமில்லாத பொருள்களையும் கதிரியக்கம் உள்ளவைகளாகச் செய்யமுடியும். இது எப்படி என்று பின்னர்ப் பார்க்கலாம். அணுமின் சக்தி உலை என இன்னொன்று உண்டு. இது உலையி

[illegible]

[illegible]

[illegible] ஆராய்ச்சி உபகோள்

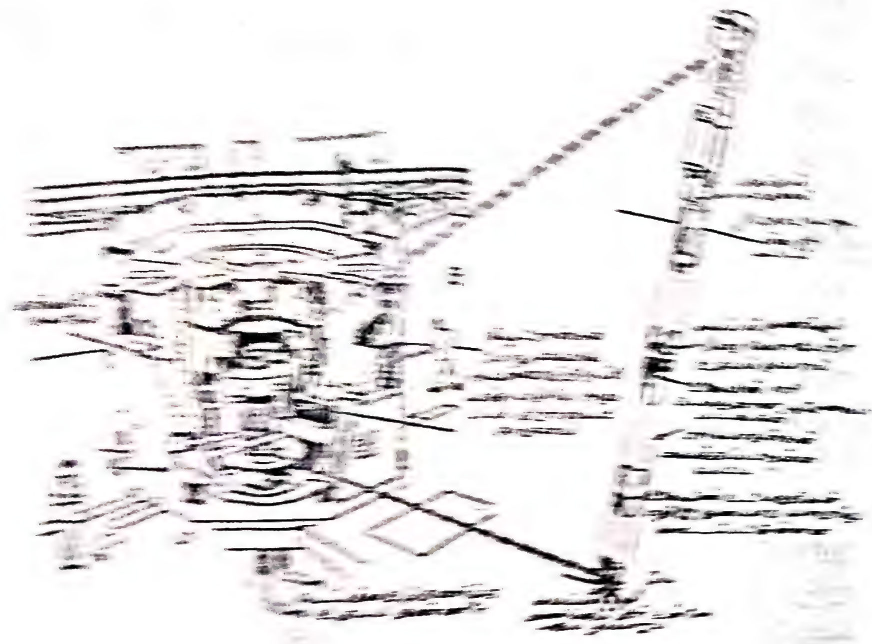
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] "**[illegible] 5**" [illegible] 12-ம் படம் இதன் அமைப்பை விளக்குகிறது. [illegible] இது [illegible]



சி. பி. 5. உலை

[illegible] இந்த அத்தியாயத்தின் முதல் [illegible] கண்டு [illegible]. இயற்கை யுரேனியத் தோடு (238) யுரேனியம் 235 அதிகமாகக் கலந்து [illegible]. இந்த உலையைவிட இது மிகவும் சிறியது. அதே சமயம் [illegible] சமமான திறன் உள்ளது. [illegible] வடிவமாக அமைந்தது. இதன் உயரம் சுமார் 12 அடி; குறுக்களவு 20 அடி. [illegible] அமைந்திருந்தது. அதன் [illegible] பக்கங்களிலும் உச்சியிலும் [illegible] திறப்புக்கள் உண்டு. [illegible] ஆராய்ச்சி [illegible]

நடத்த இதில் வசதி இருக்கிறது. இந்த உலையில் பல பொருள்களைக் கதிரியக்க முள்ளவையாகச் செய்ய முடியும். அப்பொருள்களை உச்சியிலிருந்து உலைக்குள் செருகுகிறார்கள். கதிரியக்க ஐசடோப்புகளைத் தயாரிப்பது இதன் முக்கிய பணி அல்ல. ஆயினும் ஆர்கான் தேசிய ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் உள்ள புற்று நோய் ஆராய்ச்சி மருத்துசாலைக்குத் தேவையான கதிரியக்க ஐசடோப்புகள் சில மணி நேரத்திற்குள் கதிரியக்க ஆற்றலை இழந்து விடும். ஆனால் அவற்றைக்கூடத் தயாரித்து வைத்தியம் அல்லது அராய்ச்சி நடக்கும் மருத்துவசாலைக்கு வேகமாக ஆள் மூலம் அனுப்பிவிடுகிறார்கள்.

ஆராய்ச்சிக்கு என்று இந்த உலையின் உட்புறத்தில் பல குழல்களும் பாதைகளும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் குழல்களில் சில வேக நியூட்ரான்கள் பண்டியிருக்கும் உலை மையம் வரையில் நேராகச் செல்பவை. ஆகவே வெவ்வேறு விதப் பரிசோதனைகளுக்கு வேக நியூட்ரான்கள் வேண்டுமென்றால் இந்தக் குழல்களின் மூலம் அவற்றை வேண்டிய அளவுக்குப் பெறமுடியும். இதேபோல மையத்தைச் சூழ்ந்துள்ள கனநீர் அல்லது கிராவைட்டு பகுதியினை நோக்கியும் சில குழல்கள்போகின்றன. இந்தப் பகுதிகளில் நியூட்ரான்களின் வேகம் வெகுவாகத் தணிந்திருக்கும். ஆகவே ஆராய்ச்சிக்கு மிகமிகத் தேவையான வேகமற்ற நியூட்ரான்களையும் கற்றையாக இக்குழல்களின் மூலம் பெற முடியும்.

ஆர்கானில் அணு விஞ்ஞான-பொறி இயல் பள்ளி என்ற ஒரு ஸ்தாபனத்தை ஐக்கிய அமெரிக்கா அணு சக்திக் குழு நிறுவியுள்ளது. ஆர்கான் ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் உள்ள வசதிகளைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு

அணு உலை ஆராய்ச்சி, செயல் கட்டட அமைப்பு முத லிய வற்றை அறிந்து கொள்ள ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டு மாணவர்களுக்கும், அயல் நாட்டு மாணவர்களுக் கும் இப்பள்ளி வாய்ப்பளிக்கிறது. ஆரம்பகாலத்தில் பாதுகாப்புகள் காவல்களெல்லாம் கெடுபிடியாக இருந் தன. அப்பொழுதெல்லாம் அணுவின் சமாதான காலப் பயன்களைப் பற்றிக்கூட யாரும் அறிய முடியாது. அவ்வளவு ரகசியமாக அதைக் காப்பாற்றி வந்தார்கள். இன்று காலம் மாறிவிட்டது. 75 டாலர் கொடுத்தால் போதும். ஒரு தனி மனிதனே, நாடோ சி. பி-5 உலையை நிறுவுவதற்கு வேண்டிய வரைபடங்கள், புகைப்படங் கள், ப்ளுப்ரிண்ட்ஸ் என்று அழைக்கப்படும் அமைப்புத் திட்ட படங்கள் எல்லாவற்றையும் இன்று வாங்கிக் கொள்ளமுடியும்.

ஆராய்ச்சி உலையில் இன்னொரு வகை உண்டு. அதுதான் "நீந்தும் குட்டை" (Swimming Pool) எனப் படும் உலை. ஐக்கிய அமெரிக்காவின் பல இடங்களில் ஆராய்ச்சிக்குப் பரவலாகப் பயன்படுத்துவது இந்த வகைதான். இதில் பல அனுகூலங்கள் உண்டு. முதல் முதலாக, நிறுவும் செலவு குறைவு. 3 லட்சம் டாலர் இருந்தால் இதை நிறுவிவிட முடியும். இதன் பயன் களும் பல. உலைக்குள் என்ன நிகழ்கிறது என்று ஆராய்ச்சிக்காரர் நேராகப் பார்த்துத் தெரிந்துகொள்ள முடியும். சுமார் 20 அடி ஆழமுள்ள சாதாரண நீருக் குள் இந்த உலை அமைந்திருக்கிறது. உலை மையத்தில் நிகழும் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும் வெப்பத்தைத் தணிக்கவும் இந்த நீர் உதவுகிறது.

உலை மையத்தில் உள்ளவை கெட்டியான யுரேனிய தடிகளும் கண்ட்ரோல் (கட்டுப்படுத்தும்) கம்புகளுமே. உலை மையம் தண்ணீர்க் குட்டைக்கு நடுவில் ஆழத்

தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகவே கதிரியக்கம் பாய்ந்து பாதிக்காதபடி ஒரு தடுப்பாகவும் இந்தத் தண் ணீர் உதவுகிறது.

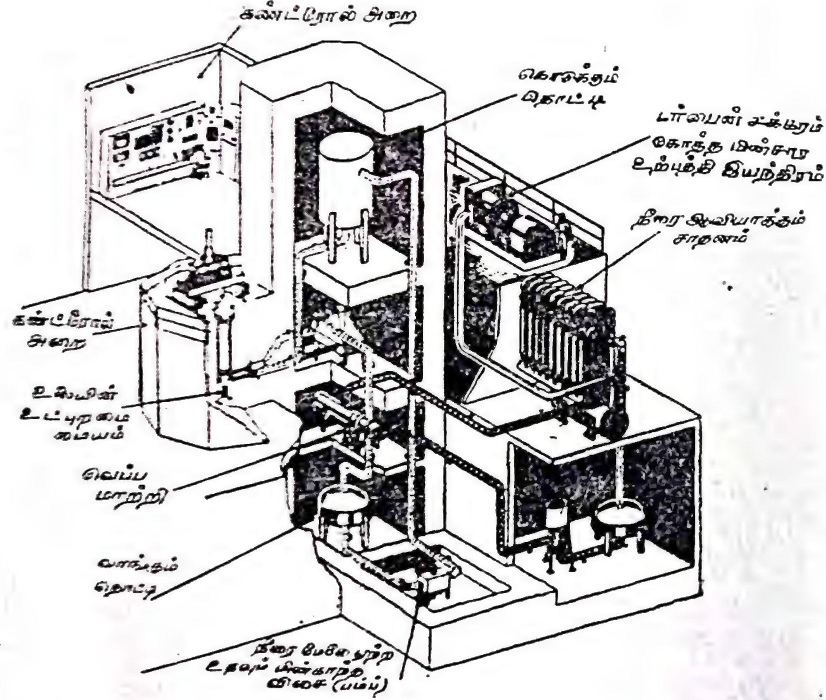
ஸ்விட்ஸர்லந்து நாட்டின் ஜினிவா நகரத்தில் அணு சக்தியின் சமாதான காலப் பயன்களைப் பற்றி சர்ச்சை செய்வதற்காக 1955ஆம் ஆண்டு கோடை காலத்தில் ஒரு அகிலஉலக மாநாடு நடைபெற்றது. அப்பொழுது ஐக்கிய அமெரிக்க நாடு இந்த "நீந்தும் குட்டையை" காட்சிப் பொருளாக எல்லோருக்கும் காண்பித்தது. மகா நாடு முடிந்ததும் ஸ்விட்ஸர்லந்து நாட்டிற்கே இதை விற்றுவிட்டார்கள். ஆராய்ச்சி அங்கே நடக்க உதவட் டும் என்று.

மாணவர்களுக்கு அணு உலையின் அமைப்பு, நிர் மாணம், இயல்—ஆகியவற்றில் பயிற்சி அளிக்க, இந்த "நீந்தும் குட்டை—உலை" மிகச் சிறந்த சாதனமாகும். நியூட்ரான்களைப் பயன்படுத்தி நடக்கும் ஆராய்ச்சிப் பணிகளுக்கு இந்த உலைதான் பரவலாக உபயோகிக்கப் பட்டு வருகிறது.

இவற்றைத்தவிர, "பொருட் சோதனை உலை" என்று இன்னொருவகை உண்டு. இதுவும் ஆராய்ச்சி உலைதான். வேக நியூட்ரான்களைப் பாய்ச்சும் உலைகளை நிறுவுவதில், இது முதல்படியாக அமைக்கப்பட்ட சாதனமாகும், இடாஹோவில் உள்ள தேசீய அணு உலைச் சோதனை நிலையத்தில் இந்த உலை இருக்கிறது. உலையை நிர்மாணம் செய்வதற்காகச் சில பொருள் களைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். அந்தப் பொருள்களின் மீது நியூட்ரான்கள் மோதினால் என்னென்ன நேரும் என்று சோதனை செய்வதற்கான வசதிகளை இந்த "பொருட் சோதனை உலை" அளிக்கிறது. வலு ஊட்டிய யுரேனியத்தை இந்த உலை பயன்படுத்துகிறது.

சாதாரண நீரே வெப்பத்தைத் தணிக்கவும் நியூட்ரான் களின் வேகத்தைத் தணித்துக் கட்டுப்படுத்தவும் இந்த உலையில் கையாளப்படுகிறது. இந்த உலை கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளையும் உருவாக்குகின்றது.

இறுதியாக, இன்னும் ஓர் அணு உலையையும் இங்கே குறிப்பிட வேண்டும். இடாஹோவில் ஆர்கோ என்னுமிடத்தில் ஆர்கான் தேசிய ஆராய்ச்சி நிலையம் 1951 ம் ஆண்டில் நிறுவிய "பரிசோதனை—ப்ரீடர் உலை"



பரிசோதனை ப்ரிடர் உலை

தான் அது. இதன் நோக்கங்கள் மூன்று. அணு உலையின் மூலம் மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்ய முடி

யும் என்று காட்டுவது முதல் நோக்கம். உலையில் வெப்பத்தைத் தணிக்க திரவ வடிவமான உலோகம் ஒன்றை உபயோகிக்க முடியுமா என்று ஆராய்வது இரண்டாவது நோக்கம். உலை செயல்புரியும் பொழுது யுரேனியத்தைப் போன்ற எரி பொருளிலிருந்து வெளிப் படும் நியூட்ரான்களை வேறுசில பொருள்களின்மீது பாய்ச்சி, அந்தப் பொருள்களையே எரிபொருளாகப் பயன் படுத்த முடியும் என்று ஒரு கொள்கை உலவிவருகிறது. அக்கொள்கை சரியா என்று பார்ப்பது இந்த உலையின் மூன்றாவது நோக்கம். அணு சக்தி மூலம் மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்வதற்கு இந்த மூன்றுமே முக்கியமான தேவைகள் தாம். ஆகவே இதைப்பற்றி விரிவாகத் தெரிந்து கொள்வது நல்லது. நாலாவது அத்தியாயத் தில் அதைக் கவனிப்போம். ஆராய்ச்சிக்கருவி என்ற முறையிலும் இந்த உலை சிறந்து விளங்குவதால்தான் அதைப்பற்றி இங்கே கூறப்பட்டது. கிராவைட்டு அணு உலையின் தோற்றத்தையும், தொழில் புரியும் முறையைப் பற்றியும், ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் இயல்படும்போது சில ஆராய்ச்சி உலை வகைகள் பற்றி யும், இதுவரை கூறினேம். இந்த உலைகளைவைத்துக் கொண்டு விஞ்ஞானிகளும் நுண்வினைஞர்களும் என் னென்ன எல்லாம் செய்து வருகிறுர்கள், அவற்றின் விளைவுகள் என்ன, கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் பயன் கள் என்ன—இந்தச் செய்திகளை இனிவரும் அத்தியா யங்களில் கவனிக்கலாம்.

3

அணுசக்தியோடு பழகும் கலை

அணுகுண்டு வெடிக்கும் பொழுது வானில் எழும்பும் நாய்க்குடை போன்ற ஒரு புகை மூட்டம் கிளம்பும். இந்த உருவம் மக்கள் மனதில் அழிக்க முடியாத அளவுக்குப் பதிந்திருக்கிறது. மகத்தான நாசத்தின் சின்னமான இந்தத் தோற்றத்தை நீக்கிவிட்டு, அணுசக்தி மக்களுக்கு நன்மைதரவல்லது, ஆக்க சக்திகள் கொண்டது என்ற ஒரு கருத்தை மக்களின் மனதில் உருவாக்குவது எளிதல்ல. ஆகவே இந்த அத்தியாயத்தில், அணுசக்தியை ஆக்க வேலைக்குப் பயன்படுத்தும் முயற்சியில் எழுந்துள்ள பிரச்சினைகள், சிந்தனைகள், கருவிகள், உத்திகள், ஆகியவற்றை எடுத்துரைப்பதாக எண்ணம். முதன் முதலில் அணுவின் ஆக்க அம்சங்களைக் கவனிப்போம். மக்களுக்கு அது எத்தனையோ நன்மைகளைச் செய்யவிருக்கிறது. பசி, நோய், பொருளாதாரச் சேதம்—முதலியவற்றை எதிர்த்துப் போராடவும் அது இப்பொழுதே உதவத் தொடங்கிவிட்டது. இதையெல்லாம் நன்றாக விளக்கினால்தான், பின் அத்தியாயங்களில் அணு சக்தி எவ்வாறு மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்யவும், கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை உருவாக்கவும் பயன்படுகிறது என்று நாம் விரித்துரைக்கும் போது நன்கு புரிந்துகொள்ள முடியும்.

யுரேனியம், தோரியம் ஆகியவற்றைத் தோண்டி எடுத்தல்

அயம் (இரும்பு), தாமிரம் (செம்பு), நாகம் முதலிய உலோகங்களைப் போலத்தான் ; யுரேனியமும் தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது. ஆயினும் யுரேனியமும் தோரியமும் (தோரியம் என்பது அணுப் பிளவுக்குச் சாதகமான மற்றோர் உலோகம்) கலந்துள்ள கனிப் பொருள்களை விரல்விட்டு எண்ணிவிடலாம். பூமியின் பரப்பில் அங்கங்கே அவை சிதறிக் கிடக்கின்றன. யுரேனியம் கலந்துள்ள முக்கியமான கனிப் பொருள்கள், பிச்ப்ளெண்ட், டேவிடைட், கார்னோடைட் ஆகிய மூன்றும்தான். கார்னோடைட்டில் அடங்கிய யுரேனியத்தின் அளவு மிகவும் குறைவு. ஆனால் கார்னோடைட் ஏராளமாகக் கிடைக்கிறது. எளிதாகவும் கிடைக்கிறது. ஆகவே யுரேனிய உற்பத்தியில் மற்ற இரண்டையும் போலவே கார்னோடைட்டும், முக்கியத்துவம் வாய்ந்து விளங்குகிறது. மானஸைட் என்ற இன்னொரு முக்கியமான கனிப்பொருள் உண்டு. இன்று, தோரியம் அதிலிருந்துதான் அதிகமாக எடுக்கப் படுகிறது. கீழே உள்ள பட்டியலில், யுரேனியம், தோரியம் ஆகியவை கிடைக்கும் பிரதேசங்களும், அவை இருப்பதாகத் தெரிந்தும் இன்னும் எடுக்கப்படாத பிரதேசங்களும், தரப்பட்டுள்ளன. ஸோவியத்யூனியனிலும் அதன் கட்சியில் அடங்கிய மற்ற நாடுகளிலும் கிடைக்கும் யுரேனியக் கனிகளைப்பற்றி நமக்குச் சரியான புள்ளிவிவரங்கள் கிடைக்கவில்லை. இரும்புத்திரைதான் இதற்குக்காரணம்.

யுரேனியமும் தோரியமும் கிடைக்கும் இடங்கள்

(ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டு அணுசக்திக் குழுவிடம் பெற்ற விவரம் இது.)

யுரேனியம் உற்பத்தியாகும் இடங்கள்

ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள்
கானடா
தென் ஆப்பிரிக்கா
காங்கோ
ஆஸ்டிரேலியா
பிரான்ஸ்
போர்த்துகல்
அர்ஜண்டீனு
ஸ்பெயின்

யுரேனியம் கிடைக்கக்கூடிய மற்ற இடங்கள்

ஸ்விடன்	கொலம்பியா
கிரேட் பிரிட்டன்	பெரு
இத்தாலி	பொலிவியா
ஜெர்மனி	சிலி
மொராக்கோ	ப்ரேஸில்
மாடகாஸ்கர்	இந்தியா

தோரியம் உற்பத்தியாகும் இடங்கள்

ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகள்
ப்ரேஸில்
தென் ஆப்பிரிக்கா
மாடகாஸ்கர்
இந்தியா
ஆஸ்டிரேலியா

தோரியம் கிடைக்கக்கூடிய மற்ற இடங்கள்

தாய்லந்து
மலாய கூட்டாட்சி நாடுகள்

கொரியா
ஃபார் மோஸா
டாஸ்மேனியா
நியூ ஸிலந்து

மற்ற கனிப்பொருள்களைவிட யுரேனிய தோரிய கனிப்பொள்களில் ஒரு விசேஷம் உண்டு. அவற்றுள் கதிரியக்க மூலகங்கள் இருப்பதால் கதிர் வீச்சு இருந்து கொண்டே இருக்கும். ஆகவே இந்தக் கனிப் பொருள்கள் இருக்கும் இடத்தை சட்டென்று கண்டுபிடித்து விடலாம். கைகர் கர் கௌண்டர் (கைகர் எண் கருவி) அல்லது சின்டிலேடிங் துலக்கும் கௌண்டர் (மினு மினுக்கும் எண் கருவி) என்று சொல்லப்படும் கருவிகளின் மூலம் இந்தக் கதிரியக்கத்தைக் கண்டு பிடிக்க முடியும், இதைப்பற்றி இந்த அத்தியாயத்தில் பின்னோர் இடத்தில் விவரமாகப் பார்க்கலாம்.

இந்தக் கனிப் பொருள்களில் வெளியாகும் கதிரியக்கத்தைக் கொண்டு அவை பூமியின் மேற்பரப்பில் இருக்கின்றனவா, அல்லது அடியில் இருக்கின்றனவா, என்பதை மட்டுமின்றி, யுரேனியம் அல்லது தோரியம் எந்த அளவுக்கு அவற்றில் உள்ளது என்பதையும், கூறிவிடமுடியும்.

யுரேனியத்தைத் தேடுகிறவர் கைகர் கௌண்டர் என்ற கருவியுடன் செல்வார். அந்தக் கருவி க்ளிக் க்ளிக் என்று ஓசையிடும்பொழுது அந்த இடத்தில் இந்த அரிய உலோகம் இருக்கிறது என்று அர்த்தம். கதிரியக்கத்தை அறியும் இந்தக் கருவிகளில் பலவகை உண்டு. சிறு பாட்டரிமூலம் இயங்கும் எளிய கைகர் கௌண்டர்கள் உண்டு—லாரிகளில் ஏற்றிச்செல்லக் கூடிய, அதிகச்செலவும் சிக்கலும் நிறைந்த கருவிகளும் உண்டு. சில சமயம் விமானங்களில் கூட அத்தகைய

கருவிகளை ஏற்றிச் செல்வதுண்டு. விமானங்கள் தாழப் பறக்கும்பொழுது யுரேனியம் பூமியிலிருப்பதை இக் கருவியின்மூலம் கண்டுபிடிக்கமுடியும். மிகத் தொலைவிலுள்ள இடங்களில் இந்த மாதிரிச் சோதனைகளை நடத்த விமானங்களையே உபயோகிக்கிறார்கள்.

தற்காலத்தில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டு அணு சக்திக் குழு தன் நாட்டிலுள்ள யுரேனியம் அனைத்தையும் ஏகபோக உரிமையாக வாங்கிவிடுகிறது. தனியார்களோ, கூட்டு நிறுவனங்களோ சர்க்காரைச் சேர்ந்த முயற்சியாளர்களோ, சுரங்கக்காரர்களோ — யாராயிருந்தாலும், அரசினருக்கே யுரேனியம் அனைத்தையும்விற்றுவிடவேண்டும். 1954ம் ஆண்டில் இயற்றப்பட்ட அணு சக்திச் சட்டத்தின்படி யுரேனியத்தைச் சுத்தம் செய்தோ செய்யாமலோ அளிக்கும் முயற்சியை அணு சக்திக் குழுவே நேரடியாக கட்டுப்படுத்தி, மேற்பார்வை செய்கிறது. சர்க்கார் அனுமதி [லைசன்ஸ்] பெற்றவர்களுக்குச் சட்டத்தில் குறிப்பிடப்பட்ட நிபந்தனைப் படி ஒரு குறிப்பிட்ட விலைக்கு விற்கிறது.

அணு உலையில்பயனுகும் அளவுக்கு யுரேனியத்தை சுத்தம்செய்வது மிகவும் சிக்கலானமுறையாகும். இதை விவரமாக எடுத்துரைப்பதால் சாதாரண மனிதர்களுக்கு எவ்விதப்பயனும் இராது. மிகவும் பரவலாக உள்ள முறை வாயுப் பரவல்முறை என்று கூறப்படுகிறது. இந்த முறை இரண்டாம் உலக யுத்தம் முடியும் தறுவாயில் உருவாயிற்று. முதலில் அணுகுண்டையும், பின்பு அணுசக்தியையும் நடைமுறையில் உருவாக்கும் அளவுக்கு பிளவுபடக்கூடிய பொருள் எவ்வளவு தேவையோ அவ்வளவையும் பிரித்தெடுக்க ஒரு பிரும்மாண்ட முயற்சி நடந்தது. அதில்தான் இந்தமுறை உருவாயிற்று. டெனஸ்ஸி மாகாணத்தில் ஒக்ரிட்ஜிலுள்ள வாயுப்பரவல் தொழிற்சாலை 40 ஏக்கர் நிலத்தில் அமைந்துள்ளது. டெனஸ்ஸி பள்ளத்தாக்குத் திட்டத்தில் கிடைக்கும் மொத்த மின்சாரத்தில் பாதிப்பங்கை இந்தத் தொழிற்சாலையே உபயோகித்துக் கொள்கிறது. இந்தத் தொழிற்சாலை கட்டிவரும் மின்சாரக்கட்டணம் ஒரு ஆண்டுக்கு 6 கோடி டாலர் ஆகிறது.

சுகாதார—பௌதிகம்

எக்ஸ்ரே கண்டு பிடிக்கப்பட்ட நாள்முதல், ரேடியம் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நாள்முதல், இந்தக் கதிர்கள் உடலின்மீது அதிகமாகப் பட்டால் என்ன விபத்துக்கள் நேரக்கூடும் என்று விஞ்ஞானிகளுக்கு நன்ருகத் தெரியும். ஆனல் பயிற்சி பெற்ற விஞ்ஞானிகளே எக்ஸ்ரே, கதிரியக்கப் பொருள்கள் ஆகிய இரண்டையும் கையாண்டுவந்தார்கள். ஆகவே இக்கதிர்கள் அதிகப்படாமல் பாதுகாத்துக் கொள்ளும் பொறுப்பு அவரவருடைய தனிப்பட்ட திறமையைப் பொறுத்தே இருந்தது. 1925க்குப் பிறகு பல தேசீய விஞ்ஞானக் கழகங்களும் சர்வதேச விஞ்ஞானக் கழகங்களும் கதிர் வீச்சு எவ்வளவு பட்டால் விபத்து விளையாது என்று உறுதியிட முயன்றன. எக்ஸ்ரே, ரேடியக் கதிர்கள் ஆகியவற்றிலேயே பாதுகாப்புக்காக ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் அமைந்துள்ள ஆலோசனைக் குழுவும் இந்தக் கழகங்களில் ஒன்ருகும்.

1942க்குப் பிறகு அணுசக்தி விஞ்ஞானம் பெரிதாக வளரத் தொடங்கிற்று. கதிர் வீச்சுக்கு உள்ளாகும் ஆட்களின் எண்ணிக்கை பெருகத் தொடங்கிற்று அது மட்டுமல்ல. அணுப் பிளவினல் உண்டாகும் கதிரியக்கத்தின் தீவிரமும் இதற்குமுன் கண்ட அளவைவிடப் பன்மடங்கு பெருகிவிட்டது. உதாரணமாக, அணு

உலையில் எரிந்துபோன யுரேனியத்தில் உண்டாகும் பிளவுப் பொருட்களின் கதிர்வீச்சு, கடந்த ஐம்பது ஆண்டுகளில் உற்பத்தியான ரேடியத்தின் கதிர்வீச்சை விட எத்தனையோ ஆயிரம் மடங்கு அதிகமா யிருந்தது. கடந்த ஐம்பது ஆண்டுகளில் உற்பத்தியான ரேடியத்தின் அளவு சுமார் 2½ ராத்தல்).

ஆகவே அணு சக்தித் துறையில் கதிர் வீச்சால் ஏற்படும் ஆபத்து மிகமிக முக்கியமான பிரச்னைகளில் ஒன்ருக வளர்ந்து விட்டது. தாவரங்களிலும் மற்றத் துறைகளிலும் குறிகாட்டும் ட்ரேஸர்களாக அணு சக்தி சிறிய அளவில் பயன்படுகிறது. பெருத்த அளவில் யுரேனியம் ஒரு பக்கம் உற்பத்தியாகிக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த இரண்டிற்கும் இடையே பல்வேறு துறைகள் உள்ளன. ஆகவே கதிர் வீச்சின் தீங்குகளைச் சமாளிக்கச் சுகாதார பௌதிகம் என்ற ஒரு புதிய விஞ்ஞானத் துறை இப்போது உருவாகிவிட்டது. பலபேருக்குக் கதிர் வீச்சின் தீமைகளைப் பற்றித் தெரியக் கூடத் தெரியாது. இன்னும் பலர் வேறுவேலைகளில் ஈடுபட்டிருப்பதால் தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள நேரமோ வசதியோ இல்லாமல் சிரமப்படலாம். ஆகவே சுகாதார பௌதிக விஞ்ஞானி எந்த அளவு வரையில் கதிர்வீச்சு தீமை விளைவிக்காது என்று ஆராய்ந்து, வரம்பு கட்டித் தருகிருர். பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் கதிர் வீச்சைக் கண்டுபிடித்து எப்பொழுதெல்லாம் அது மிகுதியாகும் எங்கெல்லாம் அதிகம் இருக்கும் என்று அவர் எச்சரிக்கிருர். அதேசமயம் கதிர் வீச்சினின்றும் காத்துக் கொள்வதற்கு ஏற்றமுறைகளையும் உருவாக்குகிருர்.

இந்தச் சுகாதார பௌதிகம் பெரும்வெற்றி அடைந்திருக்கிறது. அதை வளர்த்தவர்களும் வெற்றி கரமாகச் செயல் புரிந்திருக்கிருர்கள். கதிர் வீச்சாக ஒட்டிய

விபத்துக்கள் ஏறக்குறைய முற்றிலும் இல்லாமலிருப்பதே இந்த வெற்றிக்குச் சான்ருகும். மற்றத் தொழில்களில் நிகழும் விபத்துக்களோடு ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், கதிர் வீச்சு மிகுதியால் பெரிய ஆபத்து எதுவுமே நிகழவில்லை என்றுதான் சொல்லவேண்டும். போதிய முன் ஜாக்கிரதைகளை மேற்கொண்டால் எத்தகைய தீவிரமான கதிர் வீச்சையும் பத்திரமாகச் சமாளிக்கமுடியும். சுகாதார பௌதிகர் மிக ஜாக்கிரதையாகக் கவனித்துக் கொள்வார்.

கதிர் வீச்சினுல் எப்படி உடலுக்குத் தீமைகள் உண்டாகின்றன என்று விஞ்ஞானிகளால் முற்றிலும் புரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. கதிர், வீச்சினுல் ஆபத்து ஏன் உண்டாகிறது ? வெவ்வேறு கதிர்களின் அயனி ஆக்கல் என்ற இயல்பால் தான் ஆபத்து உண்டாகிறது என்று சொல்லுகிருர்கள். அயனி ஆக்கல் என்பது என்ன? நமது உடல் பல்வேறு கூட்டுப் பொருள்களால் ஆனது. அவற்றிலுள்ள அணுக்களை சுற்றிச் சுழலும் வெளிப்புற எலெக்ட்ரான்களை வெளியே தள்ளிவிடும் சக்தி இந்தக் கதிர் வீச்சுகளுக்கு உண்டு. இதனுல் உடலிலுள்ள ஸெல்கள் அழிந்து போகின்றன. தாமாகவே பிரிந்து பெருகும் அவற்றின் சக்தியும் அழிக்கப்பட்டு விடுகிறது. இந்த அழிவினுல் திசுக்களின் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. கதிர் வீச்சின் பெரிய தீமைகளில் இது ஒன்று. இது தெரிந்தும், உடலில் அனுவசியமாக வளரும் புற்று நோய் போன்ற ஸெல்களின் வளர்ச்சியை கம்மா கதிர்களைப் பாய்ச்சித் தடுக்கலாம் என்று கண்டார்கள். இதைப்பற்றி ஒன்பதாவது அத்தியாயத்தில், கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் கதிர்களை எப்படி மருத்துவத்திற்கு பயன்படுத்தலாம் என்பதை விவரிக்கும் பொழுது காண்போம்.

எந்த அளவு மட்டும் கதிர் வீச்சுக்கு உள்ளானல் விபத்து விளையாது?

கதிர் வீச்சுத் தடுப்பை ஆராய ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் தேசியக் குழு ஒன்று இயங்கி வருகின்றது. 1956-ம் ஆண்டு மே மாதம் இந்தக் குழு ஓர் அளவைக் குறிப்பிட்டு வெளியிட்டது. ஒரு வாரத்திற்கு 0·1 ரண்டியென் வீதம் உடலில் பாய்ந்தால், கதிர் வீச்சு யாதொரு தீமையும் செய்யாது என்று இந்த அளவு குறிப்பிடுகிறது. [ரண்டியென் என்ருல் என்ன என்பதை அறிய இப் புத்தகத்தின் ஆரம்பத்தில் உள்ள அகராதியைப் பார்க்கவும்] உடல் முழுவதும் வாங்கிக்கொள்ளும் அளவைத்தான் இந்த வரம்பு குறிக்கிறது.

உடலின் சிற்சில சிறு பகுதிகளில் கதிர் வீச்சு இன்னும் அதிகமாகப்பட்டால் கூடப் பாதகமில்லை என்று சொல்லலாம். உதாரணமாக, தோலில் வரும் புற்று நோயைக் குணமாக்க 5,000 ரண்டியென் அளவுக்குக் கதிர்களைப் பாய்ச்சலாம். இதனுல் அந்த இடத்தில் தழும்பு காணலாம். ஆனுல் நிரந்தரமான தீமை ஒன்றும் விளைந்து விடாது. ஆனுல் சாதாரண மனிதர்களுக்கு 500 ரண்டியென் அளவு கதிர்களை ஒரே சமயத்தில் பாய்ச்சினுல், உயிருக்கே ஆபத்து விளையும். ஒரு வாரத்திற்கு 0·1 என்ற அளவு இருந்தாலும் ஒவ்வொருவரும் ஜாக்கிரதையாக இருப்பது நல்லது. ஐந்து நாட்களில் பரவலாக இந்த அளவு உடலின்மீது பட்டால் பாதகம் ஏற்படாது. ஆனுல் ஒரே நாளில் 0·1 முழுவதும் பட்டால், அது உடலுக்கு நல்லதல்ல. மற்ற நாட்களில் கதிர் வீச்சு உடலில் பாயா விட்டாலும் ஒரே நாளில் 0·1 படுவது தீமையையே விளைவிக்கும்.

நம்முடைய உடலுக்கு அதிக வெப்பத்தைச் சமாளித்துக் கொள்ள ஆற்றல் இயற்கையாகவே அமைந்திருக்கிறது. ஆனுல் துரதிருஷ்ட வசமாகக் கதிர் வீச்சைச் சமாளித்துக் கொள்ளும் சக்தி அதற்கு இல்லை. ஆகவே நம்மை அறியாமல் நாம் கதிர் வீச்சுக்கு ஆளாகி நம் உடலுக்குப் பெருத்த சேதம் ஏற்படலாம். கதிர் வீசும் இடங்களில் நடமாடுபவர்கள், எந்த அளவுக் கதிர் வீச்சுக்குத் தாம் உள்ளாகி வருகிருர்கள் என்று அடிக்கடி கவனித்துக் கொள்வது நல்லது. இந்தக் கவனமிருந்தால் தீமை ஏதும் விளையாது. ஏனெனில் கதிர் வீச்சு சிறிய அளவே உறைத்தால் உடல் ஒருவாருக தன்னைத்தானே காத்துக் கொள்ளும்.

ஒவ்வொரு நாளுமே சிறிது அளவுக்குக் கதிர் வீச்சுக்கு நாம் எல்லோருமே உள்ளாகித்தான் வருகிறோம். வானவெளியிலிருந்து காஸ்மிக் கதிர்கள் என்ற செறிவு குறைந்த விண்ணியல் கதிர்கள் நம்மை எப்பொழுதும் தாக்கிக் கொண்டே இருக்கின்றன. அதே போல, நம் உடலிலேயே ரேடியோ கார்பன்-14 என்ற பொருளிலிருந்து ஒருவிதக் கதிர் வீசிக் கொண்டே இருக்கிறது. பூமியிலுள்ள சில தாதுப் பொருள்களும் கதிர்களை வீசுகின்றன. ஒளி வீசும் எண்கள் கொண்ட கடிகார முகப்புக்களிலிருந்தும் கதிர் வீச்சு நிகழ்ந்து கொண்டு போயிருக்கிறது. ஆனுல் இவை எல்லாம் நம்மைப் பாதிப்பதில்லை; இது மனதிற்கு அமைதியூட்டும் செய்திதான். இல்லையா?

கதிர் வீச்சைக் கண்காணித்தல்

சுகாதார—பௌதிகருக்கு முக்கியமான பல பணிகள் உண்டு. மனிதர்கள் எந்த அளவுக்குக் கதிர் வீச்சுக்கு உள்ளாகிருர்கள் என்று இடைவிடாமல் கவனிப்பது ஒரு பொறுப்பு. மேலும், ஒவ்வொரு பிராந்தியத்திலும் உள்ள கதிர் வீச்சையும், மனிதர்கள் கையாளும்

கதிரியக்கப் பொருள்களில் உள்ள கதிர் வீச்சையும் அளந்து கணக்கிடுவதும் அவர்களுடைய வேலையாகும். இப்படிக் கண்காணிப்பதை "மானிட்டரிங்" என்று ஆங்கிலத்தில் சொல்கிற வழக்கம். மனிதர்களின் மீது பாயும் கதிர் வீச்சு, இடங்களில் உறைக்கும் கதிர் வீச்சு என்று இந்தக் கண்காணிப்பு இரு வகைப்படும்.

மனிதர்களின் மீது வீசும் கதிர்களை அளக்கக் கருவிகள் பலவாகப் பயன்பட்டு வருகின்றன. ஒன்று புகைப்படப் பிலிம். இன்னொன்று அயனிஸேஷன் (அயனியாக்கல்) குழல். இரண்டுமே கதிர் வீச்சுகளுக்குள்ள அயனிஸேஷன் சக்தியை (அணுக்களின் வெளிப்புற சுற்றும் எலெக்ட்ரான்களை வெளியே தள்ளி விரட்டி விடுவது) அளக்கின்றன. புகைப்பட பிலிமைச் சட்டையின் மீது ஒரு "பாட்ஜை"ப் (பட்டையைப்) போல அணிவதும் வழக்கம். ஒரு மனிதர் கதிர் வீச்சுக்கு இலக்கானால், கதிர்கள் புகைப்படம் எடுத்தாற்போல பிலிம் மீது விழும். பிலிமைச் சுத்தம் செய்து பார்த்தால் அங்கு சில பகுதிகள் கறுப்பாக மாறியிருக்கும். எவ்வளவு பகுதி கறுப்பாக மாறியுள்ளது என்று பார்த்து கதிர் வீச்சின் அளவைக் கணக்கிடுகிறார்கள். இந்த பட்டைகளை ஒவ்வொரு வாரமும் சோதித்துப் பார்ப்பார்கள். மட்டுக்கு மிஞ்சி அதிகப்படியான கதிர் வீச்சு தாக்கி வருகிறது என்ற சந்தேகமிருந்தால், இன்னும் சீக்கிரமே சோதித்துப் பார்க்க வேண்டும்.

மனிதர்களின் மீது வீசும் கதிர்களை அளக்கும் இன்னொரு முறை, சிறிய அயனிஸேஷன் குழல்களைக் கொண்டு அளக்கும் முறையாகும். இந்தக் குழல் பவுண்டன் பேனாவைப் (மையூற்று பேனாவை) போல் தோற்றமளிக்கும். பேனாவைப் போலவே இதையும் சட்டையில் மாட்டிக் கொண்டு செல்வார்கள். அதற்குப்

பெயர் **டோஸி மீட்டர்.** இதற்குள் நார்போன்ற ஒரு பொருள் இருக்கிறது. பாட்டரியில் மின்சக்தி ஏற்றப் பட்ட நார் அது. அது அங்கிலியில் ஒரு ஸ்கேலில் O என்று காட்டும். டோஸி மீட்டரைக் கதிர் வீச்சு தாக்கும் பொழுது, அயனிஸேஷன் ஏற்பட்டு, எலெக்ட்ரான் ஒதுங்கும். நாரும் அதன் விளைவாகப் பூஜ்ய எண்ணிலிருந்து நகரும். வெளிச்சத்தில் டோஸி மீட்டரைப் பிடித்து, ஒரு சிறு பூதக்கண்ணாடியின் மூலம் பார்த்தால் ஸ்கேலில் உள்ள அளவைப் படிக்க முடியும். ஒரு குறிப்பிட்ட நபரைக் கதிர் வீச்சு எவ்வாறு தாக்கியிருக்கிறது என்று இவ்வாறு அறியலாம்.

வேலை செய்யும் இடங்கள், பொருள்களின் கதிரியக்கம், கதிர் வீச்சு நிறைந்த வேலைகள்—இவற்றில் உண்டாகும் கதிர் வீச்சை அளக்க டிடெக்டர் என்ற வேறு விதக் கருவிகள் பயன்படுகின்றன. இந்தக் கருவிகள் கதிர் வீச்சின் தீவிரத்தை உடனுக்குடனேயும் அவ்வப் பொழுதும் அறிய உதவும். மனிதர்களின் மீது வீசிய கதிர் வீச்சை அளக்கப் பயன்படும் கருவிகளைப் போன்றவை அல்ல இவை. ஏதோ குறிப்பிட்ட கால அளவில் உள்வாங்கப்பட்ட கதிரியக்கத்தைத் தான் மேற்கூறிய பாட்ஜும் டோஸிமீட்டரும் அளக்கும்.

டிடெக்டர் என்னும் கருவிகளும் பல மாதிரியானவை. ஒரே இடத்தில் நிரந்தரமாகப் பொருத்தப்பட்ட கருவிகள் உண்டு. இடத்திற்கு இடம் தூக்கிச் செல்லக்கூடிய கருவிகளும் உண்டு. எலெக்டிரோஸ்கோப், அயனிஸேஷன் பெட்டி, கைகர்—ம்யூலர் குழல்கள் என்ற பலவகை டிடெக்டர்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட உபயோகத்திற்காக உருவானவை. கதிரியக்கத்தை இவை பொதுவாக இரண்டு விதமாகப் பதிவு செய்யும். காரில் உள்ள வேகமானி

(ஸ்பீடா மீட்டர்) போன்றது ஒரு வகை. இந்தக் கருவி யில் கதிர் வீச்சின் அளவுக்கு ஏற்ப ஒரு முள் அசைந்து கொண்டிருக்கும். இது மிகவும் எளிய கருவி. வேறு சில கருவிகள் கதிர் வீச்சில் வெளியாகும் துகள்களை அப்படியே எண்ணி எண்ணி ஒரு தானியங்கிக் கருவி யில் காட்டும். இப்படி எண்ணும் பொழுது பளிச் பளிச் சென்று விளக்குகள் எரியும். க்ளிக் க்ளிக் என்று ஒலி யும் கேட்கும்.

கதிரியக்கமுள்ள எல்லா இடங்களையும் சுகாதார பௌதிகர் அவ்வப்பொழுது சரியாகக் கண்காணித்து வருகிறார். கதிர் வீச்சு உள்ள இடங்களில் வேலை செய் யும் நபர்கள் வெளியே வரும் பொழுது அவர்களுடைய உடல்களையும் உடைகளையும் சோதித்துப் பார்க்கிறார். கதவு நிலைகளில் கைகர்-ம்யூலர் குழல்கள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். இந்தக் கருவிகளோடு எச்சரிக்கும் விசை கள் இணைந்து உள்ளன. கதிரியக்கத்தால் பாதிக்கப் பட்ட ஒருவர் அந்தநிலைவாயில் வழியாகச் சென்றால் உடனே இந்தக் கருவி எச்சரிக்கை செய்யும். **"கால்-கை மானீட்டர்"** என்ற இன்னொரு கருவி உண்டு. ஆராய்ச் சிக் கூடங்களில் வேலை செய்யும் நபர்களின் கை கால் களிலிருந்து வெளியாகும் கதிரியக்கத் துகள்களை இந் தக் கருவி உடனுக்குடனே பதிவு செய்து விடும்.

அணு உலைக்கு அருகிலோ, கதிரியக்க ரஸாயனங் கள் தயாராகும் கூடங்களிலோ எந்தப் பணிகள் நடந்தா லும், அங்கு கதிர் வீச்சு ஓயாமல் கண்காணிக்கப்படு கிறது, கதிர் வீச்சைத் தாங்கிக் கொள்ளும் உச்ச வரம்புகளையும் குறிப்பிடுகிறார்கள். அந்த வரம்பை மீறுதவாறு அடிக்கடி சோதனை நடத்துகிறார்கள். அங்குள்ள காற்றுக்கூட இந்தமாதிரி கண்காணிக்கப் படுகிறது. காற்றை அடிக்கடி சுத்தம் செய்யவேண்

டும். ஏனெனில காற்றில் மிதக்கும் தூசிகள் மீது கதிர் வீச்சுகள் ஏறி இடத்திற்கிடம் பரவ முடியும். [6-வது அத்தியாயத்தில், அணு உலையில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் தயாராவதை விவரிக்கும் பொழுது இதை நாம் நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும்.]

அணு உலைகளை இயக்கும் பொழுது கடுமையான எச்சரிக்கைகளை மேற் கொள்ளுகிறார்கள். இதனால் மிக நல்ல பயன்கள் ஏற்பட்டிள்ளன. 1957 மார்ச்சு மாதம் அணு ஆராய்ச்சிக் குழு வெளியிட்ட அறிக்கை ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் 1942-ம் ஆண்டிலிருந்து இயங்கும் அணு உலைகளில் மற்றத் தொழில்களில் ஏற் படுவதை விட விபத்துகள் மிக மிகக் குறைந்துள்ளன என்று கூறி இருக்கிறார்கள். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடு களில் மோட்டார்கார் விபத்துகளில் உண்டாகும் உடற் சேதங்களைவிட அணு உலை விபத்துக்களில் உண்டா கும் உடற் சேதம் மிக மிகக் குறைவு.

கதிர் வீச்சினின்றும் பாதுகாப்பு

அணுசக்தியால் இயங்கும் ஸ்தாபனங்களிலும் ஆராய்ச்சி நிலையங்களிலும் பணியாற்றும் விஞ்ஞானி களும் நுண் தொழிலாளிகளும் கதிரியக்கப் பொருட் களுடன், அல்லது அவற்றின் அருகே, வேலை செய்ய வேண்டி இருக்கிறது ; வேலையும் செய்தாக வேண்டும். அதே சமயம் கதிர் வீச்சு அளவுமீறித் தாக்காமல் காத் துக் கொள்ளவும் வேண்டும். கதிரியக்கப் பொருள் களிலிருந்து நன்கு விலகி யிருந்தாலோ, அல்லது நமக் கும் அந்தப் பொருட்களுக்கு மிடையே உள்ள தடுப்பின் அடர்த்தி அதிகமாக இருந்தாலோ, அபாயம் அதிகமாக இராது. ஓரளவுக்கு நல்ல பாதுகாப்பும் கிடைக்கும். கதிர் வீச்சைத் தடுக்க அடர்த்தியான பொருள்கள்

கேடயம் போல உதவுகின்றன. ஒவ்வொரு வகையான கதிர் வீச்சுக்கு ஏற்றவாறு இந்தத் தடுப்பு மாறுபடும். உதாரணமாக, கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளிலிருந்து வெளி வரும் ஆல்பா—கதிர்களைத் தடுக்க ரப்பர் கையுறைகளோ, சாதாரண முன்னெச்சரிக்கைகளோ போதும். அலுமினியம், சில பிளாஸ்டிக் பொருள்கள், கண்ணாடித் தகடுகள்—இவற்றைக் கொண்டு பீட்டாக் கதிர் வீச்சினின்றும் காத்துக் கொள்ளலாம். ஆனால் கம்மாக் கதிர்களை வீசும் சில பொருள்களினின்றும், பாதுகாப்புச் செய்து கொள்ள மிகவும் கனமான ஈயத்தகடுகள் தேவையாக இருக்கின்றன. இத்தகைய பாதுகாப்புச் சாதனங்கள் பலவற்றையும், தீங்கு இல்லாமல் கதிரியக்கப் பொருள்களின் அருகே வேலை செய்யும் லாகவமான முறைகளையும் சுகாதார-பௌதிகர்களும் எஞ்சினியர்களும் திறம்பட அமைத்திருக்கிறார்கள்.

மிகவும் அடர்த்தியாயும் அணு எண் மிகுதியாகவும் உள் ஈயம் போன்ற பொருள்கள் கம்மாக் கதிர் வீச்சிலிருந்து பாது காத்துக் கொள்ள மிகவும் ஏற்றவை ஈயம் மிகச்சிறந்த தடுப்பாகும். ஆனால் மிகவும் விலை அதிகம். ஆகவே ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் சிறு சிறு தடுப்புகளாகவே அது பயன் படுகிறது. செங்கல்லைப் போல ஈயக்கட்டிகளை ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கி பாதுகாப்பு அமைப்பது ஒரு முறை. கதிர் வீச்சின் அபாயம் நீக்கப் பட்டுவிட்டால், இந்தக் கட்டிகளை அப்புறப் படுத்தி வேறு இடங்களில் பாதுகாப்பு அமைக்கக் கொண்டு செல்லலாம்.

நியூட்டிரான்கள் அணு உலைகளிலிருந்து வெளியே பாய்கின்றன. அவற்றினின்றும் காத்துக் கொள்ள வேறுவகைத் தடுப்பைக் கையாளுகிறார்கள். நியூட்டிரான்களை நிறுத்துவது எப்படி? முதலில் அவற்றின்

வேகத்தைக் குறைக்க வேண்டும். பிறகு வேகம் குறைந்த இந்த நியூட்டிரான்களை தக்க பொருள்களால் உறிஞ்சிவிட வேண்டும். நியூட்டிரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்க மிகவும் உதவுபவை அடர்த்தி எண் குறைந்த மூலகங்களேயாகும். அதாவது நீரில் உள்ள ஹைடிரஜன் போன்ற மூலகங்கள். ஆனால் தண்ணீர் திரவமாக இருப்பதால், தடுப்பு என்ற முறையில் அது அவ்வளவாக உதவுவது இல்லை.

தண்ணீர் மிகுதியாக அடங்கியுள்ள கான்கிரீட், மலிவாக இருப்பதாலும் கட்டுவதற்கு எளிதாக இருப்பதாலும் அதையே அதிக அளவில் தடுப்பாக பயன் படுத்துகிறார்கள். ஒக்ரிட்ஜிலுள்ள கிராவைட்டு அணு உலையில் ஐந்தடி கனமுள்ள கான் கிரீட்டுச் சுவர்களைத் தடுப்பாக எழுப்பியிருக்கிறார்கள்.

பெரிய அளவில் அணு உலைகள் இயங்கும் பொழுது கம்மா கதிர்கள் வெளிப்படும். அவற்றினின்றும் காத்துக் கொள்ள, பல சமயங்களில் ஈயத்திற்குப் பதிலாக இரும்பைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். கான்கிரீட் சுவரைக் கட்டும்போது இரும்புத்துண்டுகளையோ அல்லது இரும்பு அடங்கியுள்ள கனிப் பொருள்களையோ நிறைத்து, தடுப்பை வலுப்படுத்துவது உண்டு. இந்தத் தடுப்பினால் நியூட்டிரான், கம்மா, கதிர்கள் முதலிய வற்றினின்று வேலை செய்யும் ஆட்களைப் பாதுகாக்க முடிகிறது. அதுமட்டுமன்றி, அணு உலைக்குள் சிதைந்து வரும் பொருள்களிலிருந்து வெளியாகும் பீட்டா, கம்மா கதிர் வீச்சிலிருந்தும் பாதுகாப்புக் கிடைக்கிறது. அணு உலை இயக்கத்தில் கனம், அடர்த்தி, செலவு, எல்லாமே அதிகமாக ஆவது இந்தத் தடுப்புகளால் தான். அணுசக்தியால் விமானம், மோட்டார் கார் முதலியவற்றை இயக்க முடியும். ஆனால்

செலவு, கனம் முதலியன பெருவாரியாக ஆகும் என்பது இத்துறைகளில் கவனிக்க வேண்டியிருக்கிறது.

ஆல்பா, பீட்டாக் கதிர்களை வீசும் பொருள்களுக்கு அவ்வளவு பாதுகாப்பு தேவையில்லை என்று சற்று முன்பு பார்த்தோம். ஆல்பா, பீட்டா, கதிர்கள், நியூட்டிரான் கம்மா கதிர்களைப் போல அவ்வளவு ஊடுருவிப்பாயும் ஆற்றல் இல்லாதவை. அவற்றை எளிதில் தடுத்து நிறுத்த முடியும். ஆல்பா, பீட்டா, கதிர்களை வீசும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளைக் கையாளும் ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் கையுறைப் பெட்டி அல்லது உலர்ந்த பெட்டி என்ற ஒரு சாதனத்தைப் பயன் படுத்துகிறார்கள். அந்தப் பெட்டி முற்றிலும் மூடியிருக்கும். அதன் ஒரு பக்கம் கண்ணாடியால் ஆனது. இந்தப் பெட்டியில் ரப்பர் கையுறைகள் இரண்டு உள்ளே நிரந்தரமாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்த உறைகளில் கையை விட்டுக் கொண்டும் கண்ணாடி மூலம் பார்த்துக் கொண்டும், கதிர் வீச்சு அளவு மீறித் தாக்காமலும் வேலை செய்ய முடியும். முக்கியமாக, ஆல்பாக் கதிர் படிந்த துகள்களை நாசியால் மோந்து விடாமல் காத்துக் கொள்ள முடியும். இதேபோல பிளாஸ்டிக் அங்கிகளும் இன்னொரு முக்கியமான தடுப்பு முறையாகும். தற்சமயம் பிரபலமாக விளம்பரமான முறை இது. காற்று அடைத்த இந்த அங்கி உடல் முழுவதையும் மூடியிருக்கும். தலைக்கும் முகத்திற்கும் ஒரு மூடி உண்டு. கதிரியக்கத் தூசிகள் மேலே படாமல் இந்த அங்கி காத்துக் கொள்ளும். ஆனால் அதிக வலுவில்லாத ஆல்பா கதிர் வீச்சைத் தவிர வேறு கதிர்களினின்றும் இது பாதுகாப்பு அளிக்காது.

ஓக்ரிட்ஜ், ப்ருக்ஹேவன், போன்ற அணுசக்தி நிறுவனங்களில் மிக மிக வலுவான கம்மாக் கதிர்களைப்

பாய்ச்சும் பொருள்களைக் கையாள்வதற்கு ஏற்ற ஆராய்ச்சி நிலையங்களை அமைத்திருக்கிறார்கள். இவற்றில் கதிரியக்கப் பொருள்களைச் சுற்றி, தனிப்பட்ட பாதுகாப்புகள் அமைக்கப் பெற்றுள்ளன. இந்தப் பொருட்களை தூரத்திலிருந்தே கையாளுகிறார்கள். அதற்காகவே செய்யப்பட்ட தனிக் கருவிகள், இயந்திரங்கள் முதலியவற்றைக்கொண்டு இந்த அதிசயம் நடக்கிறது. சில சமயம் அடுக் கடுக்காகப் பல பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடிகளை வைத்து, தூரத்திலுள்ள அந்தக் கூட்டத்தில் என்னென்ன நடக்கிறது என்று பார்க்கவும் வகைசெய்திருக்கிறார்கள். பெரிஸ் கோப்பு என்ற பிரதி பலிப்புக் கண்ணாடிச் சாதனங்களும் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. தடுப்பாக நிற்கும் ஈயச் சுவருக்குள்ளேயே, ஈயத்தாலேயே ஆன ஒரு பிரதி பலிப்புக் கண்ணாடியை வைத்து உள்ளே நடப்பதை நேரில் காணவும் வசதி செய்திருக்கிறார்கள்.

ஆர்க்கான் தேசீய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் இத்தகைய பல சாதனங்களையும் அமைத்திருக்கிறார்கள். இதனால், கதிரியக்கப் பொருள்களோடு எந்த விதமான தொடர்பும் கொள்ளாமல் தொலைவிலிருந்தவாறே ஆராய்ச்சிக்கூட வேலைகளை ஒருவன் செய்ய முடியும். இதற்கு தலைவர்—அடிமைச் சாதனம் என்று பெயர் வைத்திருக்கிறார்கள். பல வர்த்தக ஸ்தாபனங்கள் இவற்றை இப்பொழுது தயார் செய்து வருகின்றன. இந்தச் சாதனத்தின் முக்கியமான அம்சம் விரல்கள் கொண்ட இரண்டு இயந்திரக் கைகள். பயிற்சி பெற்ற நபர் ஒருவர் இந்தக் கைகளையோ, விரல்களையோ, இயக்கி தம் வேலைகளைச் செய்கிறார். தடுப்புச் சுவர்களுக்கு அப்பால் பல கைகளும் பிடிப்புகளும் உண்டு. அவற்றோடு இந்த நபர் கையாளும் இயந்திர விரல்களும்

கைகளும் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இவர் விரலை அசைத்தால் தடுப்புக்கு அப்பாலுள்ள விரலும் அசையும். இந்தச் சாதனங்கள் மிக மிகத்திறமையாகச் செய்யப் பட்டவை. கையால் செய்யக்கூடிய எந்த நுணுக்கமான, லாகவமான, வேலையையும் இந்த அதிசயமான சாதனம் செய்யவல்லது.

இதிலேயே இப்பொழுது இன்னொரு புதுமையை உருவாக்கி இருக்கிறார்கள். இது எலெக்டிரானிக் முறையில் இயங்குகிறது. வேலை செய்பவர் இன்னும் தொலைவிலிருந்து பணியாற்ற இது உதவுகிறது. அதாவது இன்னொரு கட்டிடத்திலிருந்தே எல்லாவற்றையும் இயக்கலாம். டெலிவிஷன் மூலம் அடுத்த கட்டிடத்தில் என்ன நடக்கிறது என்பதையும் பார்த்துக் கொள்ளலாம்.

கழிவுப் பொருள்களை அப்புறப்படுத்தல்

தொழில்கள் நடக்கும் இடங்களில் தீமை விளைவிக்கக் கூடிய கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேறுகின்றன. இவற்றை அப்புறப் படுத்துவதிலும் பயன் படுத்துவதிலும் பல தொழில் ஸ்தாபனங்கள் எவ்வளவோ அனுபவம் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனல் கதிரியக்கக் கழிவுப் பொருள்கள் இப்பொழுது பெரிய பிரச்னையாகி விட்டன. தொழில் ஸ்தாபனங்களிலும் ஆராய்ச்சிக் கூடங்களிலும் அணுப் பிளவு இப்பொழுது பெருவாரியாக கையாளப்படுகிறது. ஆகவே இங்கு கழிவாகும் பொருள்களை அப்புறப்படுத்துவது மிக மிக முக்கியமான பொறுப்பாகிவிட்டது. அணுசக்தி அபிவிருத்தி எவ்வளவு முக்கியமோ அவ்வளவு முக்கியத்துவம் இதற்கும் உண்டு. இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட பிரச்னைகளாகும்.

அணு உலைகளிலிருந்தும் அணுப் பொருள்களைப் பிரிக்கும் ஸ்தாபனங்களிலிருந்தே கதிரியக்கக் கழிவுகள் பெரும்பாலும் வெளியாகின்றன. இக்கழிவுகள் ஆவி, திரவம், அல்லது திடப் பொருள்— எந்த உருவத்திலும் இருக்கலாம். மண்ணிலும் நீரிலும் காற்றிலும் கலந்து மனிதர்களும் பிராணிகளும் அருந்தும் உணவு, பானம், ஆகியவற்றை இவை நாளடைவில் கெடுத்துவிடக் கூடும்.

ஒக்ரிட்ஜ், ப்ருக் ஹேவன், அணு உலைகளில் வெப்பத்தைத் தணிக்க, காற்று உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்தக் காற்றில் கதிரியக்கக் கழிவுகள் கலந்திருக்கலாம். ஆகவே அதை ஒன்ருக வடிகட்டி, மிக உயரத்திலுள்ள புகைக் கூண்டுகளின் வழியாக வெளியேற்றுகிறார்கள். ஒக்ரிட்ஜிலுள்ள புகைக் கூண்டு 200 அடி உயரம் உள்ளது. ப்ருக் ஹேவனில் உள்ளது 320 அடி உயரம். வெளியேறும் இந்த விஷக்காற்று மிக உயரத்தில் சாதாரணக் காற்றுடன் கலந்து விடுகிறது. கதிரியக்கமும் அதன் விளைவாகக் குறைந்து விடுகிறது என்று சொல்லுகிறார்கள். இருப்பினும் அணு உலையைச் சுற்றிப் பல மைல் தூரத்திற்குக் கதிர் வீச்சு அதிகமாக இருக்கிறதா என்று அடிக்கடி கண்காணித்தும், சோதனை செய்து கொண்டும் இருக்கிறார்கள். வானிலை காரணமாக, எப்பொழுதாவது கதிர் வீச்சு பரவும் என்று தெரிந்தால், அணு உலையை உடனே மூடி விடுகிறார்கள்.

திரவ வடிவில் வரும் கழிவுகளையும், திடப் பொருள் வடிவாக வரும் கழிவுப் பொருள்களையும், மிகஜாக்கிரதையாக வெளியேற்ற வேண்டும். சில கழிவுகளைக் கனமான கான்கிரீட் தொட்டிகளில் அடைத்து கடலின் ஆழமான இடத்தில் விட்டு விடுகிறார்கள். வேறு சில

வற்றை மற்றப் பொருள்களுடன் கலந்து, கதிர் வீச்சினால் தீமை உண்டாகாதவாறு செய்து விடுகிறார்கள். வேறு சிலவற்றைப் பாத்திரங்களில் போட்டு, வெகு காலம் வைத்திருப்பார்கள். காலம் செல்லச் செல்ல இவற்றின் கதிரியக்கம் குறைந்துவிடும். எனவே தீமை தராத அளவுக்கு இந்த முறைகள் இன்றுவரை வெற்றியுடன் கையாளப்பட்டு வருகின்றன.

ஆனால் மிக்க அளவில் தொழில் புரிந்துவரும் அணுசக்தி ஸ்தாபனங்களில் கதிரியக்கக் கழிவுகளும் மிகவும் அதிகமான அளவில் வெளியாகத்தான் செய்யும். அவற்றை அப்புறப் படுத்த இன்னும் திறமையான முறைகளைக் கண்டு பிடித்துத்தான் ஆகவேண்டும். அம்முறைகள் உருவாகும் வரையில், இந்த முறைகள் தற்காலிக யுக்திகளாகத்தான் இருக்கும்.

இன்ஷூரன்ஸ் பிரச்னை

தனியார்கள் பலர் அணுசக்தி ஸ்தாபனங்களை நடத்துகிறார்கள். அவற்றிற்கான 'இன்ஷூரன்ஸ் பிரச்னையைப் பற்றி இப்பொழுது கவனிப்போம். அணு மின் சக்தியைப் பெரும் அளவில் தயாரிக்கு முன் தொழில் ஸ்தாபனங்களும் சர்க்காரும் கவனிக்க வேண்டிய முக்கியமான பிரச்னைகளில் இது ஒன்று.

நூற்றுக்கு நூறு பத்திரமான அணு உலையை உருவாக்குவதோ, உருவாக்க வேண்டுமென்று நினைப்பதோ இது வரையில் சாத்தியப்படவில்லை. அணு உலைகள் ஆபத்து விளைவிக்காதவாறு போதிய எச்சரிக்கைகள் மேற்கொள்ளப் பட்டிருப்பது உண்மைதான். ஆனாலும், அணு உலையை நிர்மாணிப்பது, அணு மின் சார நிலையங்களை நடத்துவது ஆகியவற்றில் போதிய அனுபவம் இன்னும் ஏற்படவில்லை. ஆகவே விபரீதம் ஏதும் நிகழாது என்றும் நிச்சயமாக நம்பியிருப்பதற்கில்லை. சிற்சில சமயங்களில் எதிர்பாராதவிதமாக ஏதாவது நிகழ்ந்து, இயந்திரங்கள், மனிதர்கள், சுற்றி உள்ள இடங்கள், அங்கே வாழும் மனித சமூகம்—இவை எல்லாம் கதிர் வீச்சுகளின் காரணமாக தீமைக்கு இலக்காகலாம்.

அபாயமுள்ள வேறு தொழில்களில் விபத்து ஏற்படும் பொழுது தனியார் இன்ஷூரன்ஸ் கம்பெனிகள் நஷ்ட ஈடு தருகின்றன. ஆனால் அணு மின் சக்தி ஸ்தாபனங்களில் அனுபவம் ஏற்படாததன் காரணமாக அந்த இன்ஷூரன்ஸ் கம்பெனிகள் இந்தத் துறையில் ஈடு கொடுக்கத்தயங்குகின்றன. இதனால் சில இடங்களில் அணு மின் சக்தி நிலையங்கள் நிறுவும் திட்டங்கள் நிறைவேறாமல் தவிக்கின்றன. நிலையங்களைக் கட்டும் வேலையும் தாமதப் படுகிறது. அணு சக்தியின் ஆக்கப் பயன்களைப்பற்றி அமெரிக்க காங்கிரசாருக்கு மக்கின்னி அறிக்கை என்ற ஒரு அறிக்கை சமர்ப்பிக்கப் பட்டது (ஜனவரி 1956). அணுசக்தியால் விளையும் விபத்துக்களின் காரணம், பயன்கள், அவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவது—ஆகியவைகளைப் பற்றி அணுசக்திக் குழு தீவிரமான ஆராய்ச்சிகளை ஏராளமாக நடத்த வேண்டும் என்று அந்த அறிக்கை கூறிற்று. அடுத்த இரண்டு மூன்று ஆண்டுகளில், அதாவது ஒரு முதல் தர அணு மின் சக்தி நிலையம் வேலை செய்யத் தொடங்கு முன்பு, கதிர் வீச்சுக்களினின்றும் பாதுகாத்துக் கொள்வது, அத்தகைய விபத்துக்களுக்கு ஈடாக இன்ஷூரன்ஸ் வசதிகள் அளிப்பது—இந்த இரண்டு விஷயங்களைப் பற்றியும் எல்லாத் தகவல்களையும் சேகரித்துவிட வேண்டும் என்று அந்த அறிக்கை மேலும் வற்புறுத்தியிருந்தது.

இந்த இன்ஷூரன்ஸ் பொறுப்பைச் சர்க்கார் ஏற்றுக் கொள்ள வேண்டுமா என்று இப்பொழுது சர்ச்சை நடக்கிறது. அணுசக்திக்காக நிறுவப்பட்ட கூட்டுக் காங்கிரஸ் கமிட்டியின் தலைவர் ஸெனட்டர் கிளிண்ட்டன் பி. ஆண்டர்சன் என்பவர் இது சம்பந்தமாகப் பலபேர்களைக் கண்டு, சாட்சியங்களைச் சேகரித்தார். தனியார் இன்ஷூரன்ஸ் கம்பெனிகள் கொடுக்க முன் வரும் நஷ்ட ஈட்டுக்கு மேலாக ஒரு நியாயமான அளவுக்குச் சர்க்காரும் ஈடு தரலாமா என்பது பற்றித்தான் அவர் விசாரித்தார்.

அதே சமயத்தில் 110 கம்பெனிகள் கொண்ட ஒரு புதிய இன்ஷூரன்ஸ் கழகமும் அமைக்கப்பட்டது. "**அணுசக்தி விபத்து ஈடுபாட்டு இன்ஷூரன்ஸ் கழகம்**" என்பது அதன் பெயர். ஓர் அணு உலைக்கு 5 கோடி டாலர்வரை இன்ஷூரன்ஸ் அளிப்பதாகக் கூறிற்று இந்தக் கழகம். எந்தத் தொழிலிலும் இதுவரை அளிக்கப்பட்டதைவிட இதுவே மிகப்பெரிய இன்ஷூரன்ஸ் பாதுகாப்பாக உள்ளது. இன்ஷூரன்ஸ் பிரச்னைகள் தீருவதற்கு ஓரளவு இது வழி கோலுகிறது.

4

அணுப்பிளவிலிருந்து மின்சக்தி

அணு உலை வேலை செய்யும் பொழுது எவ்வாறு வெப்ப சக்தி உண்டாகிறது என்று ஏற்கெனவே பார்த்தோம். நிலக்கரி, இயற்கை வாயுக்கள், பெட்ரோலியம் முதலிய சாதாரண எரி பொருள்களுக்குப் பதிலாக அணுப் பிளவுப் பொருள்களை உபயோகிக்கலாம். அணுப் பிளவினால் ஏராளமான வெப்பம் உண்டாகிறது. அந்த வெப்பத்தால் தண்ணீரைக் கொதிக்க வைத்து, நீராவியாக மாற்றி, அதன் உதவியால் மின் உற்பத்தி இயந்திரங்களை இயக்கலாம். மின்சார சக்தி உண்டுபண்ண இப்பொழுது பயன்பட்டு வரும் நீராவி முறைக்கும் இந்த முறைக்கும் அடிப்படையில் வேறுபாடு ஏதுமில்லை. தண்ணீரை நீராவியாக மாற்ற நிலக்கரி, எண்ணெய் வாயு இவற்றை எரிப்பதற்குப்பதிலாக அணு உலையைப் பயன்படுத்தி தேவையான வெப்பத்தை உண்டாக்கும் ஒரே ஒரு வேறுபாடுதான். அந்த நீராவி டர்ப்பைன்களை இயக்கும். டர்ப்பைன்கள் மின் சக்தியை உண்டாக்கும் பொறிகளை இயக்கும்.

அணுசக்தியால் இம்மாதிரியான மின் சக்தியை உண்டாக்க முடியும் என்று ஆராய்ச்சி நிரூபித்திருக்கிறது. 1955-ம் ஆண்டு கோடைகாலத்தில் ஜெனரல் எலெக்டிரிக் அணு உலை ஸ்தாபனம் தன் அணு உலையில் மின் சக்தியை உண்டாக்கி, மின் சக்தியை

மக்களுக்கு அளிக்கும் ஒரு வியாபாரக் கம்பெனிக்கு அதை மொத்தமாகக் கொடுத்தது. நிலக்கரி போன்று சாதாரணமாகப் பயன்படும் எரி பொருள்களைவிட வேறு புதிய சக்தி ஊற்றுக்கள் வேண்டும் என்ற தேவை எழுந்துள்ள இந்தக் காலத்தில், அணு உலை மூலம் மின் சக்தியைத் தயாரிக்க முடியும் என்பதே பயன்படத்தக்க ஒரு முக்கியமான புதுமையாகும். இப்பொழுது தினந்தோறும் சாதாரணமாக வழங்கும் பண்டைக்கால எரி பொருள்கள் உபயோக மாகும் அளவையும் வேகத்தையும் பார்த்தால், கவலையாகத்தானிருக்கிறது. நிலக்கரியை மட்டும் எரி பொருளாகப் பயன் படுத்தினால், இந்த உலகத்தில் நமக்குக் கிடைக்கக்கூடிய நிலக்கரி முழுவதும் 350 ஆண்டுகளில் தீர்ந்துவிடும் என்று மதிப்பிட்டிருக்கிறார்கள். எரி எண்ணெய்களும் வாயுவும் 40 ஆண்டுகளில் வற்றிப்போகும். அணுசக்தி எரி பொருள்களோ 8500 ஆண்டுகளுக்குக் காணும் என்று மதிப்பிட்டிருக்கிறார்கள்.

அணுசக்தியை மின்சார உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்துவதைப் பற்றி நாட்டுக்கு நாடு, தேவைக்கும் சூழ்நிலைக்கும் ஏற்ப, கருத்து மாறுபடுகிறது. இங்கிலாந்தில் எரி பொருளின் பற்றுக்குறை மிகவும் அதிகமாகி உள்ளது. ஆகவே, மிகவும் தீவிரமாக ஆராய்ச்சிகளைச் செய்து, விரைவில் ஒருவகை அணு உலையை அங்கு உருவாக்கிவிட்டது. இந்த உலைகள் எல்லாம் இங்கிலாந்திலே முதலில் அமைக்கப்பட்ட கால்டர்—ஹால் என்ற உலையை ஒத்திருக்கின்றன. இங்கிலாந்தில் மின்சார உற்பத்திக்குப் புதுவகை எரி பொருள் எவ்வளவு முடையாக இருக்கிறது என்பதை இந்தத் தீவிர முயற்சி வலியுறுத்துகிறது. ஆனால் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளிலோ ஆராய்ச்சி வேறு வகையில்

செல்லுகிறது. பல்வகை அணு உலைகளை அமைத்து, ஒவ்வொன்றும் எந்தெந்த வேலைக்குப் பயன் படும் என்று அந்த நாட்டு அணுசக்திக் குழு ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கிறது. எந்த அணு உலை மிக மிகப் பயனுள்ளதாக இருக்கும் என்று சில ஆண்டுகளில் இந்தக் குழு கண்டுபிடித்து நிர்ணயம் செய்துவிடும். புதிய எரி பொருள்கள் வேண்டும் என்ற நெருக்கடி இங்கிலாந்தைப் போல இங்கில்லை. ஆகவே பலவிதப் பரிசோதனைகளில் ஈடுபட அமெரிக்காவுக்கு நேரமும் வாய்ப்பும் இருக்கின்றன.

அணுசக்திக் குழுவின் திட்டம்

சுமாரான செலவில் மின் சக்தி உற்பத்தி செய்யக் கூடிய ஐந்துவகை அணு உலைகளை நிறுவி, பயன்படுத்திச் சோதனை செய்ய, ஓர் ஐந்தாண்டு திட்டத்தை அமெரிக்க அணுசக்திக் குழு 1954 பிப்ரவரி மாதம் வெளியிட்டது. இந்தப் பரிசோதனையின் பயனாக, மின் சக்தி உண்டாக்குவதற்கு மிக மிக ஏற்ற அணு உலை எது என்று ஒரு முடிவுக்கு வரலாம் என்று நம்புகிறார்கள்.

இந்த ஐந்தாண்டுத்திட்டம் முதலில் மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டது. முதலாவது குறுகிய காலத் திட்டம். இரண்டு மூன்று ஆண்டுகளில் பரிசோனைக்கு ஏற்றப்பட்ட தண்ணீர் அணு உலையும், ஸோடியம்—கிராவைட்டு அணு உலையும் இந்த ரகத்தைச் சார்ந்தவை. இரண்டாவது பிரிவு ஐந்தாண்டுகளுக்குள் ஒரு சோதனை உலையைத் தயாரிக்கும் திட்டமாகும். கொதி நீர் உலை இந்த ரகத்தைச் சேர்ந்தது. மூன்றாவதுதான் நீண்டகாலத்திட்டம். ஐந்தாண்டுகளுக்கு மேற்பட்ட காலத்திற்குள் பெரிய சோதனைகளை நடத்தும் உலை

ஒன்றைத் தயாரிக்கும் திட்டம் இது. இந்த ஐந்தாண்டுத் திட்டத்திற்கு மொத்தமாக 35 கோடியே 80 லக்ஷம் டாலர் செலவாகும் என்று எதிர் பார்க்கப் படுகிறது. இந்தச் செலவை அணுசக்திக் குழுவே பெரும்பாலும் ஏற்றுக் கொள்ளும். இந்த ஐந்து உலைகளையும் தயாரிக்க பல தனியார் கம்பெனிகளுடன் அணுசக்திக் குழு ஒப்பந்தம் செய்து கொண்டிருக்கிறது.

முதலாவது அமுக்க நீர் அணு உலை ராணுவ உபயோகத்திற்கின்றி பொது வாழ்க்கைக்காகவே முழுவதும் பயன்படும் இந்த உலை 1957-ம் ஆண்டு டிஸம்பர் 19-ம் தேதியன்று இபங்கத் தொடங்கியது டிசம்பர் 23-ம் தேதியன்று 60 ஆயிரம் கிலோவாட் மின் சக்தியை உற்பத்தி செய்தது. 1958-ம் ஆண்டு மேமாதம் 26-ம் தேதியன்று ஐஸன் ஹோவர் இதைத் துவக்கிவைத்தார்.

அதனுல் எழுந்த மின்சார சக்தி பல மைல்கள் கடந்து சென்றது. ஷிப்பிங் போர்ட்டிலுள்ள ஒரு பிரும்மாண்ட மண் புரட்டும் இயந்திரத்தை அந்த மின் சக்தி இயங்கச் செய்தது. இந்தத் திறப்பு விழா நடந்ததுமுதல் கட்டட வேலைகளும் வேகமாக முன்னேறி வருகின்றன. இதற்கு 8½ கோடி டாலர் செலவாகும். டுக்கேன்ஸ்லைட் கம்பெனி என்ற ஸ்தாபனம் இந்த உலையின் பணியை மேற்கொண்டுள்ளது. அணு உலையை உருவாக்குவது, அமைப்பு, நிர்மாணம் ஆகிய பொறுப்புக்களை வெஸ்டிங் ஹவுஸ் மின்சாரக் கழகம் ஏற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. அணுசக்திக் குழு இதற்காக அந்தக் கம்பெனியுடன் ஓர் ஒப்பந்தம் செய்து கொண்டிருக்கிறது.

மேற் கூறிய உலை எவ்வாறு இயங்கும் என்று 14-ம் படத்தைப் பார்த்தால் தெரியும். அணு உலையின் உள் மையத்தில் திடவடிவில், வலுவாக்கப்பட்ட

யுரேனியத்தை வைத்திருக்கும் இந்த உலையில், நியூட்டிரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்கச் சாதாரணத் தண்ணீரே பயனுகும். இந்தத் தண்ணீர், மிக்க அழுத்தத்திற்கு உள்ளானது. அணுசக்தியின் இயக்கத்தால் இந்த நீர் வெப்பமுறும் பொழுது அதன் வெப்பநிலை மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். ஆனுலும் அழுத்தத்தின் காரணமாக, அந்தத் தண்ணீர் நீராவியாக மாருது. இந்த நீர் வெப்ப மாற்றி என்ற ஓரிடத்திற்குப் போகிறது. அந்த இடத்தில் அழுத்த முற்ற நீரின் வெப்பத்தை மாற்றி குழாய்களில் சுற்றிச் சுற்றி ஓடி வரும் தண்ணீரை நோக்கி அனுப்புகிருர்கள். வெப்பம் இந்த நீரை நீராவியாக மாற்றுகிறது. இந்த நீராவி டர்ப்பைன்களை இயக்குவதின் மூலம் சாதாரண மின் உற்பத்தி இயந்திரத்தை ஓட்டுகிறது. நாட்டிலஸ் என்ற நீர் மூழ்கிக் கப்பலிலுள்ள அணு மின் சக்தி இயந்திரம் இந்த உலையை மாதிரியாகக் கொண்டு அமைக்கப் பட்டதுதான்.

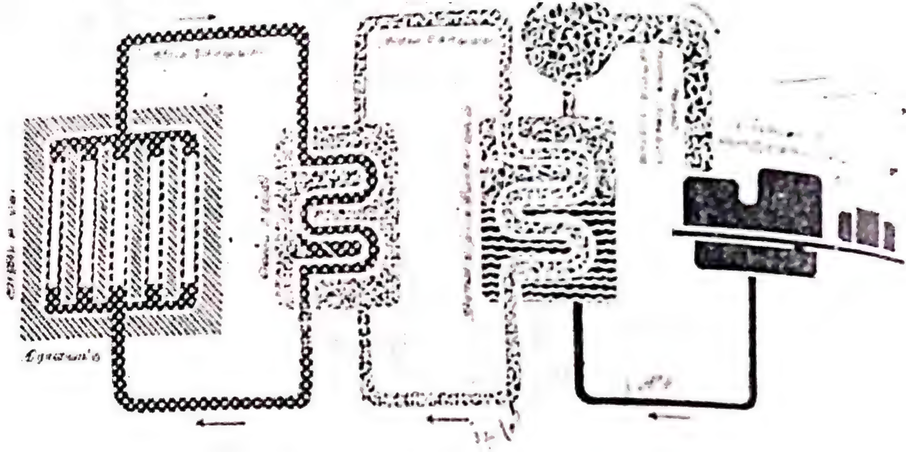


படம் 14. அமுக்க நீர் அணு உலை

சாதாரண எரி பொருள்களைப் பயன்படுத்தி இயங்கும் மற்ற மின் உற்பத்தி ஸ்தாபனங்களோடு போட்டி போடும் அளவுக்குச் சிக்கனமாக இந்த உலை மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யாது. ஆனால், உலையின் மாதிரி, அதன் வேலை முறை, அதற்காகும் செலவு—முதலியவை சம்பந்தமாக அனுபவம் உண்டாகும். ஓர் உலையை இயக்கி நடத்திப்பார்த்தால் தான் இந்த அனுபவம் கைகூடும். இந்த அனுபவத்தின் பயனாக பிற்பாடு அரிய பயன்கிடைக்கும். ஐந்தாண்டுத்திட்டத்தில் குறிக்கப்பட்ட மற்ற உலைகளை எந்த மாதிரி அமைப்பது, எப்படி நிர்மாணிப்பது, ஆகிய விஷயங்களை இந்த உலையின் மூலம் பெற்ற அனுபவம்தான் நிர்ணயம் செய்யும். அணுசக்தியின் ஆக்கப்பயன்களைப் பகிர்ந்து கொள்ள உலக முழுவதும் ஒத்து உழைக்க வேண்டும் என்று ஜனாதிபதி ஐஸன் ஹவர் வகுத்துள்ள திட்டத்திற்கும் இந்த அனுபவம் வெகுவாக உதவும். ஏனெனில், சிறு சிறு மாற்றங்களைச் செய்தால் இந்த உலைக்குச் வலுவாக்கப்பட்ட யுரேனியம் தேவையிராது. சாதாரண யுரேனியத்தைக் கொண்டே இதை இயக்கலாம். அழுத்தம் ஏற்றப்பட்ட தண்ணீரும் வேண்டியிராது. கன நீரை வேகம் அடக்கியாகவும் குளிர்விக்கும் பொருளாகவும் உபயோகித்துப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்த மாதிரி சிறு மாற்றங்களைச் செய்தால் இவ்வகை அணு மின் உற்பத்திக் கூடங்களைப்போல அயல் நாடுகளிலும் கட்டமுடியும். வலுவாக்கப்பெற்ற யுரேனியத்தை உபயோகிக்கும் சிறந்த ஸ்தாபனங்களை மட்டுமே நிறுவுவதானால், இன்னும் அதிகக்காலம் பிடிக்கும். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் மின் உற்பத்தி செய்ய இது சிக்கன முறையாக இல்லாவிட்டாலும், பண்டைக் காலச் சேமிப்புக்களான

சாதாரண எரி பொருள்கள் சொற்பமாகவே கிடைக்கும் வேறு பல நாடுகளில் இந்த உலை மிகவும் பயன் உள்ளதாக இருக்கும். அந்த நாடுகளில் அதிகச் செலவில்லாமலோ இப்பொழுது கிடைப்பதைவிட இன்னும் மலிவாகவே மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யவும் உதவும். மின்சார சக்தி போதிய அளவு இல்லாமல் மிகவும் முடைப்படும் பிற நாடுகளுக்கு இவ்வகை அணு உலையால் உதவி செய்யமுடியும். ஆகவே இதைத் தயாரிப்பது மிகவும் முக்கியமான பணி என்றே சொல்ல வேண்டும்.

ஸோடியம் கிராமைட்டு அணு உலை என்ற இரண்டாவது வகை உலை வட அமெரிக்க விமானப் போக்குவரத்து கம்பெனியால் நிறுவப்பட்டு வருகிறது. அணு சக்திக் குழுவிற்காக இது கட்டப்படுகிறது. சுமார் ஒரு கோடி டாலர் செலவில் இது கட்டி முடிந்து விடும் என்று எதிர்பார்க்கிறார்கள். இந்த உலையை முதன் முதலில் ஆராய்ச்சிக் கென்றுதான் திட்டமிட்டார்கள். அந்த முதல் திட்டத்தில் வெப்பத்தை மாற்றி நீராவியைத் தயாரிக்கக் கூடும் என்பதை மனக் கண்ணால்கூடப் பார்க்கவில்லை. உலையிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பத்தை வான வெளியில் ஏற்றி இறைத்து விடுவது என்பதுதான் அப்பொழுது இருந்த யோசனை. ஆனால் அதை வீணாக இறைக்காமல், அந்த வெப்பத்தைக் கொண்டு நீரை நீராவியாக மாற்றி, டர்பைன்களையும் மின் உற்பத்தி இயந்திரங்களையும் இயக்க முடியும் என்பது இப்பொழுது தெரிகிறது. சோடியம் க்ராவைட்டு அணு உலை சுமார் 7500 கிலோவாட்டு மின் சக்தியை உண்டாக்கும் என்று எதிர்பார்க்கிறார்கள்.



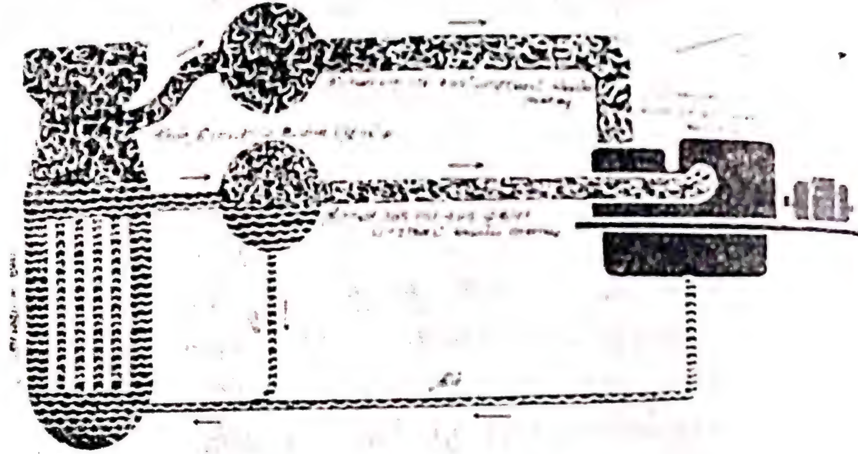
படம் 15. சோடியம் கிராவைட்டு அணு உலை

15-ம் படத்தைப் பாருங்கள். இந்த அணு உலை நியூட்டிரான்களின் வேகத்தைத் தணிக்க உதவ நமக்கு இப்பொழுது நன்கு தெரிந்த க்ராவைட்டுத் இதற்குப் பயன்படும் எரி பொருள், வலிமையூட்டிய யுரேனியம்—235. இதில் முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டிய செய்தி, அழுத்தத்திற்குள்ளான கதிரியக்கத் திரவங்கள், ஒன்றும் இவ்வுலையில் இல்லாததுதான். இத்தகைய திரவங்கள் ஒரு பொழுது இல்லாவிட்டாலும் வேறு எப்பொழுதாவது தீமை விளைவிக்கக்கூடியவை. இந்த திரவங்களுக்குப் பதிலாக, இந்த உலையில் திரவ வடிவில் ஸோடியத்தைப் பயன் படுத்துகிறார்கள். (ஸோடியம் ஒரு லேசான உலோகம்). உஷ்ணத்தை மாற்றும்இடத்திற்கு மிகுதியானவெப்பத்தைக்கொண்டு செல்ல இந்த ஸோடியம் பயன் படுகிறது. இங்கும் முன் சொன்ன முறைதான் இயங்குகிறது. வெப்பம்—வெப்ப மாற்றி—தண்ணீர்—நீராவி—டர்பைன்—மின் சார உற்பத்தி இயந்திரம்—இந்தப் போக்கில்தான் உலை இயங்குகிறது.

ஸோடியம் க்ராவைட்டு உலையால் ஆராய்ச்சியாளருக்கு என்ன லாபம்? பயன் உண்டு. எரி பொருளாக உதவும் மூலகம் எப்படி நடந்து கொள்கிறது, அந்த மூலகத்தின் மிக உயர்ந்த வெப்பம் என்ன? அமைப்புகள் எவ்வாறு உள்ளன? பக்கத்தில் உள்ளவை எப்படி அரிக்கப்படுகின்றன, கதிரியக்கத்தின் இட மாற்றம் எப்படி நிகழ்கிறது—இவற்றைப்பற்றி எல்லாம் இந்த உலையின் மூலம் ஆராய்ச்சியாளருக்கு முக்கியமான தகவல்கள் கிடைக்கும். அணுசக்திக் குழு ஸோடியம் க்ராவைட்டு உலைச் சோதனைகளைப் பற்றி லாஸ்ஏஞ்ஜல்ஸ் நகரில் உரையரங்கு ஒன்றை ஏற்பாடு செய்தது. தனியார்களுக்கும் சர்க்காருக்கும் சொந்தமான நிறுவனங்கள், தொழிலாராய்ச்சி ஸ்தாபனங்கள், அரசினர் நிறுவனங்கள், ஆகியவற்றிலிருந்து 200 பிரதி நிதிகள் இந்த உரையரங்கில் கலந்து கொண்டனர்.

அணுசக்திக் குழுவின் 5-ஆண்டுத் திட்டத்தில் வரும் மூன்ருவது அணு உலை கொதி நீர் உலையாகும். அணு உலையின் உள் மையத்தில் கொந்தளிக்கும் கொதிப்பு நிகழ்ந்து வருகையில், அந்த உலை, சாதாரணத் தண்ணீரால் குளிர்விக்கப் பட்டால், இயக்கம் ஒழுங்காக, ஒரு சீராக இராது என்று முதலில் எண்ணி வந்தார்கள். ஆனுல் அது சரியல்ல என்று, 1953-ல் இடாஹோ மாகாணத்தில் ஆர்க்கோவில் உள்ள தேசிய அணு உலைச் சோதனை நிலையத்தில் நடந்த பரீட்சைகளின் மூலம் தெரியவந்தது. 1953, 1954-ல் சிறிய கொதி நீர் உலைகள் இரண்டு உருவாயின. 1956-ல் ஒரு பெரிய உலை அமைக்கப் பட்டது. இந்தப் பெரிய உலை ஒரு கோடியே எழுபது லட்சம் டாலர் செலவில் இல்லினுய் மாகாணத்தில் லெமாண்ட் என்ற இடத்தில் உள்ள ஆர்கான் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில்

நிறுவப்பட்டது. 1957 பிப்ரவரி மாதம் 9-ம் தேதி அது மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யத் தொடங்கியது. 5000 கிலோவாட்டு மின் சக்தியை அது தயாரிக்கும் என்று எதிர்பார்க்கிறார்கள்.



படம் 16. கொதி நீர் உலை

16-ம் படத்தைப் பார்த்தால், கொதி நீர் உலை அழுத்த நீர் உலையைப் போலவே தொழில் புரிவது தெரியும். ஆனால் இந்த உலையில் நீராவியானது உலையின் உள் மையத்திலேயே உண்டாக்கப்பட்டு விடுகிறது. இந்த நீராவி, கதிரியக்கம் உள்ளதாக இருப்பினும், டர்பைனை நோக்கி அதைச் செலுத்துகிறார்கள். அப்போது டர்பைன் சுழன்று மின்னுற்பத்தி இயந்திரம் இயங்குகிறது. இந்த உலையில் சாதாரண யுரேனியமும், வளமை யூட்டிய யூரேனியம்—235-ம் எரி பொருள்களாக உபயோகிக்கப்படும். நியூட்டிரான்களின் வேகத்தைக் குறைப்பது, உலையின் வெப்பத்தைத் தணிப்பது—இரண்டுக்குமே இதில் சாதாரணத் தண்ணீரையே உபயோகிப்பார்கள்.

டர்பைன், தண்ணீர் செல்லும் குழாய்கள், இன்னும் உலைக்கு வெளியே இயங்கும் இயந்திரங்கள் ஆகியவற்றுள், கதிரியக்கத் தொல்லையும் தீமைகளும் இல்லாமல் செயலாற்றுவது சாத்தியமா இல்லையா என்று பரிசோதிப்பது இந்த உலையை நிறுவிய நோக்கங்களில் ஒன்று. மேற்சொன்ன உறுப்புகளில் மட்டில்லாத் கதிரியக்கம் இருந்தால், புதிய பிரச்னைகள் முளைக்கும். இயந்திரங்களைப் பராமரிப்பது பற்றிப் பெரும் பிரச்னைகள் எழலாம். சாதாரணமாக மின்னுற்பத்தி செய்யும் இயந்திரங்களில் இந்தப் பிரச்னைகள் கிடையாது.

1953, 1954-ல் உருவான பரீட்சார்த்தக் கொதி நீர் உலைகளில் சில சோதனைகள் செய்து பார்த்தனர். தொழில்களில் பயன்படும் அணு உலைகளை வருங்காலத்தில் ஜாக்கிரதையாக எப்படிக் காக்க முடியும் என்பது பற்றி பல தகவல்கள் இச் சோதனைகளால் கிடைத்தன. என்ன சோதனைகள் அவை? வேண்டும் என்றே உலைகளைக் கட்டுக்கு மீறி இயங்கவிட்டு விடுகிறார்கள்; அப்படிச் செய்யும் பொழுது உலையின் உள் மையமே உருகிப்போய் விடும்; அணுப் பிளவால் வந்த பொருள்கள் வெளியேவரும்; அப்படி வரும்பொழுது உலையே அழிந்துவிடும்—என்று நினைத்தார்கள். ஆனால் சோதித்துப் பார்த்தபொழுது அப்படி ஒன்றும் நிகழவில்லை. ஒரு விநாடியின் சிறு பகுதியில் பல ஆயிரம் கிலோவாட்டு அளவுள்ள சக்தி எழுமாறு செய்த பொழுது, நீராவி அணுப் பிளவை முற்றிலும் நிறுத்தி விட்டது—ஆபத்தான அளவுக்கு வெப்பம் ஏறுவதற்கு முன்னமே இந்தப் பிளவை அது நிறுத்தி விட்டது. இந்தச் சோதனையைப் பல முறை மீண்டும் மீண்டும் செய்து பார்த்ததில், கொதி நீர் உலைகளை, சீராக, தாமே கட்டுப்

[illegible] 1957 [illegible]

[illegible]

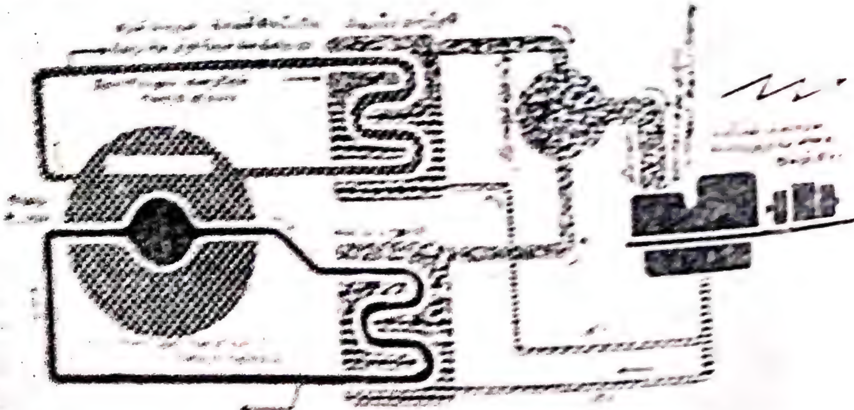
[illegible]

[illegible]

[illegible]

நியூட்டிரான்களைக் கட்டுப்படுத்தும் சாதனம்—இரண்டும் ஒரு திரவக் கலவையில் கலக்கப்பட்டுள்ளன. மற்ற வகை உலைகளில் எரி பொருள், நியூட்டிரான்களைக் கட்டுப்படுத்தும் சாதனம், வெப்பம் தணிக்கும் பொருள் —எல்லாம் வெவ்வேருகவும் வெவ்வேறு இடங்களிலும் தனித்திருக்கும், "ஒன்றிய உலை"யில் திடவடிவான எரி பொருளின் மூலகங்கள் கிடையா. திடவடிவான மூலகங்களை அடிக்கடி கதிரியக்கத்தினுல் உண்டாகும் பிளவு—மாற்றம் காரணமாக அடிக்கடி மாற்றி... வேண்டும். ஆதலால் செலவு அதிகம்.

இந்த "ஒன்றிய உலை" நான்காவதைப் போ... புதிய அணுவை உருவாக்கும் "ப்ரீடர்" (ஜன... ஆகவும் உதவுகிறது. அது இயங்குகையில், பிள... படாத தோரியத்திலிருந்து பிளவு படக்கூடிய யுரேனி... யம்—233 அணுவைத் தோற்றுவிக்கிறது. 18-ம் பட... தைப் பார்த்தால் எரி பொருளும் சூழ்ந்துள்ள தோ... மும் கன நீரால் ஆன ஒரு கரைசலில் சுற்றிவருவதை...



படம் 18. ஒன்றிய உலை

காணலாம். இந்தக் கன நீர்க் கரைசல் நியூட்டிரான்களின் வேகத்தைத் தடுக்கிறது, வெப்பத்தைத் தணிக்க

வும் உதவுகிறது. இந்த வகையைச் சேர்ந்த நடுத்தர அளவுள்ள ஒரு அணு உலை 4 கோடியே 70 லட்சம் டாலர் செலவில் டெனஸ்ஸியில் உள்ள ஓக்ரிட்ஜ் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தால் 1957-ம் ஆண்டு டிஸம்பர் 27-ம் தேதியன்று அமைக்கப்பட்டது. 1958 ஏப்ரல் 4-ம் தேதியன்று இவ்வணு உலை முழு அளவில் மின் உற்பத்தி செய்யலாயிற்று.

"ஒன்றிய உலை"யினுல் பல அனுகூலங்கள் உண்டு. சிக்கலான அமைப்பு இல்லாததால், செலவு குறைவு. ரசாயனப் பக்குவ முறை சிக்கனமாயிருக்கும். எரி பொருள் மூலகத்தை அமைப்பதற்காக உண்டாகும் செலவும் கிடையாது. மற்ற உலைகளைவிட இது எளியது. இயக்குவதில் சிக்கலில்லாததால், நம்பிச் செயல் படலாம். நீண்டகாலம் தொழில் புரியச் செய்து சோதனைகளைச் செய்துவர முடியும். மிகப் பெரிதாக அமைக்கப்பட்ட உலையை இயக்க என்ன சூழ்நிலை தேவையோ, ஏறக்குறைய அதேவிதச் சூழ்நிலையில் இதைப் பரிட்சை செய்து ஆராய்ச்சி நடத்தலாம். அது தொழில் புரியும் பொழுது, கதிரியக்கத்தின் காரணமாக பொருள்கள் எவ்வாறு அரிக்கப் படுகின்றன, எரி பொருட் கரைசலின் இரசாயன இயல்புகள் கதிரியக்கத்தினுல் மாறுபடாமல் நீடித்திருக்குமா? என்பவைகளைப் பற்றியும் ஆராய்ச்சியாளருக்குத் தகவல் கிடைக்கும்.

இந்த உலையின் இயக்கத்திலிருந்து பெறும் தகவல்களை வைத்துக்கொண்டு "ஒன்றிய தோரியம் உலை" ஒன்றை நிறுவப் போகிருர்கள். இந்தப் புதிய உலையை நிறுவும் வேலை 1957-ல் தொடங்கி, 1959-ல் முடிவு பெறும். இவ் உலையில் 16 ஆயிரம் கிலோவாட்டு மின் சக்தி கிடைக்கும் "ஒன்றிய தோரியம் உலை"யில் ஒரு தோரியம் (போர்த்து பொருள்) இருக்

அணு மின் சக்தித் தொழிலைப் பேச்சு அளவிலும் வினைவிலும் விரிவடையச் செய்ய வழிகளை வகுத்தது. இதுவரை கிடைத்து பாதுபடுத்தப்பட்ட தகவல்களை, பொறுப்புள்ள கம்பெனிகள் பெறுவதற்கான ஏற்பாடுகளை அக்குழு விரைவில் செய்யத் தொடங்கிற்று. தேவையான அணுப் பொருள்களையும், சேவைகளையும் தனியார் துறை சின்ன சின்ன தொகை கொடுத்தால் பெறலாம் என்று விலைத் திட்டங்களைக் குறிப்பிட்டது. பரிட்சார்த்தமாக அணு மின் சக்தி உலைகளை உருவாக்கி, அமைத்து, இயக்குவதற்கு தனியார் துறைக்கு ஊக்கம் தரும் திட்டம் ஒன்றை ஏற்படுத்தியது.

அமெரிக்கத் தனியார் துறையின் பிரம்மாண்டமான வசதிகளை அணு மின் சக்தி உலைகள் நிறுவுவதற்காகப் பயன்படுத்துவதே இந்தத் திட்டத்தின் நோக்கம். பூமியில் கிடைக்கும் பண்டைக் காலச் சேமிப்புக்களான சாதாரண எரி பொருள்களைப் பயன்படுத்தி மின் சக்தியைத் தயாரிக்கும் முயற்சிகளோடு போட்டியிடும் அளவுக்கு அணு மின் சக்தியை மலிவாகத் தயாரிக்க வேண்டும். ஆதலால் தாமதமின்றி அணு உலைகளை அதன் பொருட்டு நிறுவியாக வேண்டும். அப்படி விரைவில் நிறுவவே இந்தத் திட்டம் முனைந்தது. தனியார் துறை ஒத்துழைத்தால், அணு மின் சக்தி உலைகளை நிறுவ நினைக்கும் கம்பெனிகளுக்கு உதவியும் ஒத்துழைப்பும் தருவதாக அணுசக்திக் குழு முன் வந்தது. உலைகளை நிறுவி, தங்கள் உடைமையாகக் கொண்டு இக் கம்பெனிகள் இயக்க வேண்டும் என்று ஒரு நிபந்தனையை இந்தக் குழு கம்பெனிகளின் மீது விதித்தது. 1962-ம் ஆண்டு வரையில் அணு எரி பொருள்களைத் தாராளமாகக் கடன் தருவதாகவும் இந்த அணுசக்திக் குழு ஒப்புக்கொண்டது. கம்பெனிகள்

பயன் படுத்திய நிகர எரிபொருளுக்கும், எரிந்துபோன எரிபொருளை வேறு விதமாகப் பாடம் பண்ண அணு சக்திக் குழு உதவினால் அதற்கும், கட்டணம் உண்டு. இதைத் தவிர, அணு சக்திக் குழுவின் ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில்எதாவது ஆராய்ச்சியையோ வேலையையோ செய்து உதவ வேண்டும் என்றாலும், அதையும் இலவசமாகச் செய்துதர அ. ச. குழு முன் வந்தது. அணுமின் சக்தி நிலையங்களை நிறுவியபின் அவை இயங்கும் பொழுது கிடைக்கும் தொழில் நுணுக்கத் தகவல்களுக்கும், பொருளாதாரத் தகவல்களுக்கும் முன் பணம் கொடுப்போம் என்றும் அ. ச. குழு ஒப்புக்கொண்டது.

இத் திட்டத்தின்படி, தனியார் துறை அ. ச. குழுவிடம் பல யோசனைகளைச் சமர்ப்பித்துள்ளது. குழுவும் அவை எல்லாம் செயல்பட வேண்டும் என்று ஆமோதித்துள்ளது. இப்பொழுது ஆறு தனியார் திட்டங்களைப் பற்றிக் கூறப்போகிறோம். அணுமின் சக்தியைத் தயாரிக்கப் பற்பல வகையான வழிகள் வகுக்கப்பட்டிருப்பது இதில் நாம் கவனிக்க வேண்டிய சுவையான செய்தி.

"அணுமின் சக்தி சங்கம்" என்ற ஸ்தாபனத்தின் சார்பாக, சிக்காகோவில் உள்ள காமல் வெல்த் எடிஸன் கம்பெனி "இருசுற்றுக் கொதி நீர் உலை" ஒன்றை நிறுவத் திட்டமிட்டிருக்கிறது. ஜெனரல் எலெக்ட்ரிக் நிறுவனம் இதை அமைத்து உருவாக்கும். சாதாரணக் கொதி நீர் அணு உலைக்கும் இந்த இருசுற்று வகைக்கும் வித்தியாசம் உண்டு. அணுப் பிளவினால் உண்டாகும் வெப்பம் நீராவி வடிவிலும், கொதிநீர் வடிவிலும், இதில் கொண்டு செல்லப் படுகிறது. கொதிநீர் பின்பு 'ப்ளாஷ்' தொட்டி என்னும் தொட்டியலில் நீராவியாக மாற்றப்படும். 16-ம் படம் இரு சுற்றுக் கொதிநீர் உலையின் இயக்கத்தை விளக்குகிறது. சாதாரணக் கொதிநீர் உலையைவிட, இருசுற்று உலையினால் இன்னும் ஓர் அனுகூலம் உண்டு. இருசுற்று உலை இன்னும் சீராக நன்கு இயங்கும்.

இந்த உலையை அமைத்த ஜெனரல் எலெக்ட்ரிக் நிறுவனம், ஐக்கிய அமெரிக்காவின் இரண்டாவது அணுநீர் மூழ்கிக் கப்பலான ஸீ-உல்ஃபிற்காக, எற்கனவே, இதைப்போன்ற ஓர் அணுமின் சக்தி சாதனத்தைக் கட்டிக் கொடுத்தது. அதேமாதிரியான ஓர் உலை தான் மின்சக்தியைத் தயாரித்து, அதை ஐக்கிய அமெரிக்கப் பொது மக்களுக்குத் தேவையான மின்சாரத்தை எடுத்துச் செல்லும் ஒரு மின்சக்தி வழியோடு இணைத்துக் கொடுத்தது. 1955-ல் ஜூலை மாதம், நியூயார்க்கைச் சேர்ந்த வெஸ்ட் மில்ட்டனில் தொடங்கிய இந்த மின்சக்தி வழிதான் முதல் முதலாக வியாபார ரீதியில் வழங்கப்பட்ட அணுமின் சக்தியாகும்.

காமன்வெல்த் எடிசன் கம்பெனியின் இருசுற்றுக் கொதிநீர் உலை 1960 வாக்கில் உருவாகும். அதற்கு ஆகும் செலவு 4 கோடி 50 லட்சம் டாலர். "அணுமின் சக்தி சங்கம்" அமெரிக்காவின் நடு மேற்குப் பகுதியில் உள்ள எட்டுக் கம்பெனிகள் கொண்ட ஒரு சங்கம். அணுசக்திக் குழுவிடமிருந்து அது எவ்வித உதவித் தொகையையும் நாடாமல், தானே இத்திட்டத்திற்கான செலவை மேற்கொள்ளப் போகிறது. சிக்காகோவிலிருந்து 50 மைல் தொலைவில் அமைய இருக்கும் இந்த அணுமின் சக்தி நிறுவனம் 180,000 கிலோவாட்டு மின்சாரத்தைத் தயாரிக்கும்.

யாங்கீ அணுமின் சக்திக் கம்பெனி என்பது பன்னிரண்டு நியூ இங்கிலாந்து கம்பெனிகள் சேர்ந்த ஒரு சங்கம். அது அமுக்க நீர் மின்சக்தி உலையை

நிறுவத் திட்டமிட்டுள்ளது, (14-ம் படம்) இந்த உ... 124,000 கிலோவாட்டு மின்சாரம் தயாரிக்கும். இ... அணு உலைக்கான அமைப்பையும், திட்டத்தை... வெஸ்டிங் ஹவுஸ் தயாரித்தது. இதற்காக மதிப்பி... பட்ட செலவு 3 கோடி டாலர். 1959 டிஸம்பர் ம... இந்த நிறுவனத்தில் 70 சதவிகிதம் கட்டி முடி... விட்டது. மஸாசு ஸேயில் ரோவி என்ற இடத்... இது அமைந்துள்ளது. நிர்மாண வேலைகளை ஸ்டோ... அன் வைப்ஸ்டர் ஸ்தாபனம் ஏற்றுக் கொண்டது.

பதினொரு கம்பெனிகள் சேர்ந்த டிட்ராய்ட் எடி... சங்கம் ஒரு வேக "ப்ரீடர்" உலையை நிறுவும். ... படத்தில் உள்ள "சோதனை 'ப்ரீடர் உலை"யை ஒ... இது. இதற்காகும் செலவு 5 கோடியே 40 ... டாலர். ஒரு லட்சம் கிலோவாட்டு மின்சக்தியை ... உற்பத்தி செய்யும். மிச்சிகனில் அமையவிரு... இந்த உலை 1960-க்குள் கட்டி முடிக்கப் பெற... அணுமின் சக்தியை வளர்ப்போர்களின் சங்க... என்று ஒன்று உண்டு. லாபமே நோக்கம் இன்றி ... கும் இந்தக் கழகம் அணுமின் சக்தி வளர்ச்சியில் ... அக்கறை கொண்டிருக்கிறது. மேற்சொன்ன "வேக ... ரீடர் உலை"யைக் கட்டி முடிக்க ஆராய்ச்சி முத... பணிகளைச் செய்வதற்காக பலகம்பெனிகளுடன் இ... கழகம் ஒப்பந்தம் செய்து கொண்டிருக்கிறது.

நெப்ராஸ்காவில் உள்ள 'கன்ஸ்யூமர்ஸ் பப்ளி... பவர்' என்பது அரசினருக்குச் சொந்தமான ஸ்தாபன... ஸோடியம் க்ரா:ஃபைட்டு உலையை அது கட்ட... போகிறது. இவ்வகை எப்படி இயங்குகிறது என்று... முன்னமே பார்த்தோம் (15-ம் படம்) 250 லட்சம் டால... செலவில் வட அமெரிக்க விமானப் போக்குவரத்து... கம்பெனி இதைக் கட்டப்போகிறது. 1960-ல் தயாராகி...

விருக்கும் இந்த நிலையம் 75,000 கிலோவாட்டு மின் சாரத்தைத் தோற்றுவிக்கும். டிட்ராய்ட் எடிஸனும் யாங்கி ஸ்தாபனமும் செய்வதுபோல, இந்த நிலையத்தின் செலவில் 80 அல்லது 90 சதவிதத்தை 'கன்ஸ்யூமர்ஸ் பப்ளிக் பவர்' ஸ்தாபனமே மேற்கொள்ளும் என்று அணுசக்திக் குழு மதிப்பிட்டுள்ளது.

நியூயார்க் கன்ஸாலிடேடட் எடிசன் கம்பெனி ஓர் அழுத்த நீர் உலையை நிறுவ எண்ணியிருக்கிறது. நாம் முன்னே விளக்கியுள்ள மாதிரியை (14-ம் படம்) விட இது மிகவும் பெரிது. 2¾ லட்சம் கிலோவாட்டு மின் சக்தியை தயாரிக்கப்போகும் இந்தத் திட்டத்தை பாப்காக் அன் வில்காக்ஸ் என்னும் கம்பெனி நியூயார்க் மாகாணத்திலுள்ள பக்கானன் என்ற இடத்தில் 1960-க்குள் கட்டி முடிக்கும். இந்தத் திட்டத்திற்காக அணுசக்திக் குழுவிடம் பண உதவி ஏதும் கேட்க வில்லை நி. க. எடிஸன் கம்பெனி. அணுமின் சக்தி நிலையம் ஒன்றை நிறுவ அனுமதி வேண்டும் என்று மட்டுமே கோரியது. இதற்கு கோடி டாலர் செலவாகும்.

மினிஸோட்டாவில் எல்க்ரிவரில் உள்ள கிராமக் கூட்டுறவு மின்சக்திக் கழகம் கொதிநீர் அணு உலையிலேயே வேறு வகை ஒன்றை நிறுவ இருக்கிறது. நாம் முன்பு விளக்கியுள்ள கொதிநீர் உலை (16-ம் படம்) போன்றதுதான் இதுவும். ஆனல் இதில், கதிரியக்கம் கொண்ட நீராவியானது, டர்பைனுக்கு நேராகப் போகாமல், வேறு ஒரு நீராவி அமைப்பைச் சூடாக்குகிறது. எனவே, கதிரியக்கம் இந்தக் கருவியில் முதலாவது நீராவி அமைப்போடு நின்றுவிடுகிறது. அமெரிக்கன் மெஷின் அண்ட் பௌண்ட்ரி கம்பெனியார் நிறுவப் போகும் இந்த அணு உலை 60 லட்சம் டாலர் செலவில் 1960-ம் ஆண்டில் கட்டி முடிந்து, 22,000 கிலோவாட்டு

மின்சாரத்தைத் தயாரிக்கும். இவ்வுலையை இயக்கத் தேவையான ஆரம்பச் செலவில் 7½ லட்சம் டாலரை கூட்டுறவுக் கழகமே கொடுக்கும். பின்பு, தவணை முறையில் பணத்தைச் செலுத்தி, முழுவதையும் உரிமையாக்கிக் கொண்டு விடும்.

இந்த ஆறு அணுமின் சக்தி நிலையங்களும் சேர்ந்து மொத்தமாக 713,000 கிலோவாட்டு மின் சக்தியை உற்பத்தி செய்யும். இந்நிறுவனங்களுக்கு ஆகும் மொத்தச் செலவு 35 கோடியே 80 லட்சம் டாலர். இவற்றைத் தவிர, வேறு சில அணுமின் சக்தி நிலையங்களை நிறுவுவதைப் பற்றியும் அணுசக்திக் குழு ஆலோசித்து வருகிறது.

மின்சக்திக்கான அணு உலைகளை நிறுவுவதற்கு வேறு இரண்டு விசேஷத் திட்டங்களும் உண்டு. ஒன்று, திரவ உலோக அணு உலை. நியூயார்க்கில் லாங் ஐலண்டு என்னும் தீவில் உள்ள அப்டனில் பணியாற்றும் ப்ரூக் ஹேவன் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடம் இதைப் பற்றிய அமைப்பு — ஆராய்ச்சி வேலைகளை நடத்தி வருகிறது. இவ் உலையை அமைப்பதில் சிக்கல்களைச் சமாளிக்க வேண்டும். ஆனால் எரிபொருளோடு, திரவ வடிவில் உள்ள உலோகம் ஒன்றை வெப்பம் தணிப்பதற்காகக் கலப்பது இந்த முறையில் ஒரு பெரிய அனுகூலமாகும். இதனால் குறைந்த அழுத்தத்தில் மிகுதியான வெப்பத்தை உண்டாக்க முடிகிறது. பிஸ்மத் என்னும் உலோகத்தின் கரைசலில் வைக்கப்பட்டுள்ள யுரேனியம்தான் இதில் பயன்படும் எரிபொருள். ப்ரூக் ஹேவன் ஆராய்ச்சிக் கூடத்துடன் ஒப்பந்தம் செய்துகொண்டு, பல கம்பெனிகள் இந்த உலையை அமைத்துத் தரும் பணியில் ஈடுபட்டிருக்கின்றன.

இதற்கு அடுத்த விசேஷத் திட்டம், இடத்திற்கு இடம் தாங்கிச் செல்லக் கூடிய ஓர் அணுமின் சக்தி உலையை நிறுவ உத்தேசித்திருக்கிறது. தொலைவில் உள்ள இடங்களுக்குக் கொண்டு சென்று சீக்கிரம் இணைத்து, இயங்கும் அளவுக்கு வாய்ப்பாக இந்த உலை அமைந்திருக்கும். சிறிய மக்கட் சமூகங்களுக்கும், தொலைவில் உள்ள சுரங்க வேலைகளுக்கும் மின்சக்தி வசதி அளிக்க இம்மாதிரியான திட்டங்கள் ஏற்றவை. தொலைவில் உள்ள நிலைகளிலிருந்து, வானம் பார்த்த நிலைகளுக்குத் தண்ணீரைக் குழாய்களின் மூலமாக அனுப்பவும் இது உதவும். இடத்திற்கு இடம் தூக்கிச் செல்லும் அனுகூலம் மட்டுமின்றி, இந்த உலை உபயோகிக்கும் எரிபொருள் அடக்கமாக இருப்பதும் இன்னொரு அனுகூலம். ஒரு விமானம் கொள்ளக் கூடிய எரிபொருளைக் கொண்டு பல ஆண்டு காலம் திறமையுடன் ஒரு மின்சக்தி நிலையத்தை இதன் மூலமாக இயக்கிவர முடியும்.

ஆல்க்கோச் கார்ப்பரேஷன் என்ற ஸ்தாபனம் இந்த உலை மின்நிலையத்தை வர்ஜினியாவில் பெல்வார் கோட்டை என்னும் இடத்தில் கட்டி வருகிறது. 14-ம் படத்தில் உள்ள அழுத்த நீர் உலையைப் போன்றது தான் அது. வலிமையூட்டிய யுரேனியமே அதன் எரிபொருள். 1825 கிலோவாட்டு மின்சக்தி அதில் தயாராகும். 20 லட்சம் டாலர் செலவில் இந்தத் திட்டம் கட்டி முடிக்கப்படும். ராணுவமும் அணுசக்திக் குழுவும் இந்தச் செலவைப் பகிர்ந்து கொள்ளும். வேறு பல கம்பெனிகளும் இதே வகை உலைகளை நிறுவ முயன்று வருகின்றன. பால்டிமோரில் உள்ள க்ளென் எல். மார்டின் கம்பெனியும் அவற்றில் ஒன்று.

மின்சாரத்தைத் தயாரிக்கும். இவ்வுலையை இயக்க தேவையான ஆரம்பச் செலவில் $7\frac{1}{2}$ லட்சம் டால கூட்டுறவுக் கழகமே கொடுக்கும். பின்பு, தவ முறையில் பணத்தைச் செலுத்தி, முழுவதைய உரிமையாக்கிக் கொண்டு விடும்.

இந்த ஆறு அணுமின் சக்தி நிலயங்களும் சேர் மொத்தமாக 713,000 கிலோவாட்டு மின் சக்தியை உ பத்தி செய்யும். இந்நிறுவனங்களுக்கு ஆகும் மொத் செலவு 35 கோடியே 80 லட்சம் டாலர். இவற்றை தவிர, வேறு சில அணுமின் சக்தி நிலயங்களை நிறு வதைப் பற்றியும் அணுசக்திக் குழு ஆலோசித்து கிறது.

மின்சக்திக்கான அணுஉலைகளை நிறுவ வேறு இரண்டு விசேஷத் திட்டங்களும் உண் ஒன்று, திரவ உலோக அணுஉலை. நியூயார்க்கி லாங் ஐலண்டு என்னும் தீவில் உள்ள அப்டனில் ப யாற்றும் ப்ருக் ஹேவன் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூட இதைப் பற்றிய அமைப்பு — ஆராய்ச்சி வேலைக நடத்தி வருகிறது. இவ் உலையை அமைப்பதில் ப சிக்கல்களைச் சமாளிக்க வேண்டும். ஆனால் எரிபொ ளோடு, திரவ வடிவில் உள்ள உலோகம் ஒன்றை வெப்பம் தணிப்பதற்காகக் கலப்பது இந்த முறையி ஒரு பெரிய அனுகூலமாகும். இதனால் குறைந்த அழு த்தில் மிகுதியான வெப்பத்தை உண்டாக்க முடியும் பிஸ்மத் என்னும் உலோகத்தின் கரைசலில் வைக்கப் பட்டுள்ள யுரேனியம்தான் இதில் பயன்படும் எரி பொருள். ப்ருக் ஹேவன் ஆராய்ச்சிக் கூடத்துடன் ஒப்பந்தம் செய்துகொண்டு, பல கம்பெனிகள் இந்த உலையை அமைத்துத் தரும் பணியில் ஈடுபட்டிருக் கின்றன.

இதற்கு அடுத்த விசேஷத் திட்டம், இடத்திற்கு இடம் தாங்கிச் செல்லக் கூடிய ஓர் அணுமின் சக்தி உலையை நிறுவ உத்தேசித்திருக்கிறது. தொலைவில் உள்ள இடங்களுக்குக் கொண்டு சென்று சீக்கிரம் இணைத்து, இயங்கும் அளவுக்கு வாய்ப்பாக இந்த உலை அமைந்திருக்கும். சிறிய மக்கட் சமூகங்களுக்கும், தொலைவில் உள்ள சுரங்க வேலைகளுக்கும் மின்சக்தி வசதி அளிக்க இம்மாதிரியான திட்டங்கள் ஏற்றவை. தொலைவில் உள்ள நீர்நிலைகளிலிருந்து, வானம் பார்த்த சீமைகளுக்குத் தண்ணீரைக் குழாய்களின் மூலமாக அனுப்பவும் இது உதவும். இடத்திற்கு இடம் தூக்கிச் செல்லும் அனுகூலம் மட்டுமின்றி, இந்த உலை உப யோகிக்கும் எரிபொருள் அடக்கமாக இருப்பதும் இன்னொரு அனுகூலம். ஒரு விமானம் கொள்ளக் கூடிய எரிபொருளைக் கொண்டு பல ஆண்டு காலம் திறமையுடன் ஒரு மின்சக்தி நிலயத்தை இதன் மூல மாக இயக்கிவர முடியும்.

ஆல்க்கோச் கார்ப்பரேஷன் என்ற ஸ்தாபனம் இந்த உலை மின்நிலயத்தை வர்ஜினியாவில் பெல்வார் கோட்டை என்னும் இடத்தில் கட்டி வருகிறது. 14-ம் படத்தில் உள்ள அழுத்த நீர் உலையைப் போன்றது தான் அது. வலிமையூட்டிய யுரேனியமே அதன் எரி பொருள். 1825 கிலோவாட்டு மின்சக்தி அதில் தயா ராகும். 20 லட்சம் டாலர் செலவில் இந்தத் திட்டம் கட்டி முடிக்கப்படும். ராணுவமும் அணுசக்திக் குழுவும் இந்தச் செலவைப் பகிர்ந்து கொள்ளும். வேறு பல கம்பெனிகளும் இதே வகை உலைகளை நிறுவ முயன்று வருகின்றன. பால்டிமோரில் உள்ள க்ளென் எல். மார்டின் கம்பெனியும் அவற்றில் ஒன்று.

ஐக்கிய அமெரிக்காவை விட இங்கி
தான் அணுமின் சக்தி உடனடியான தேவை
கூற வேண்டும். ஆகவே, சாதாரண
நிலையங்களோடு அணுமின் சக்தி நிலையங்கள்
போடும் காலம் எப்பொழுது வரும் என்று
பொழுது, அது எந்த நாட்டில் என்ற கேள்வி
சேர்த்தே கேட்க வேண்டியிருக்கிறது. பெ
நாடுகளில் நிலக்கரி, எண்ணெய் போன்ற
இயற்கை எரிபொருள்களின் உதவியால்
தயாரிப்பதற்கு ஆகும் செலவு கொஞ்ச
ஏராளமான பணம் விரயமாகிறது. அதை
பொழுது, இப்பொழுதே அணு மின்சக்தி
படி ஏற்பாடு செய்வது அந்த நாடுகளுக்கு
லாபமாகயிருக்கும். செலவு எவ்வளவு ஆகும்
ரங்கள் முழுவதும் துருவிக்காண இயலாவிட்
நாடுகளை எடுத்துக் கொண்டு மொத்தச் செ
ஆகிறது என்று பார்ப்போம். உதாரணமா
யத்தில் ஒரு மணிக்கு ஆயிரம் "வாட்டு"
எரிக்க வேண்டும் என்ருல் சுமார் 12 அல்லது 14
(நம் கணக்குப்படி.) செலவாகும். ஜப்பானில்
ஆகிறது. இந்தியாவில் இன்னும் அதிகமாக
ஆகிறது. ஐக்ய நாடுகளிலோ (சாதாரண மி
நிலையங்களில்) பத்துப் பைசாவுக்கும் குறை
ஆகிறது. ஆகவே, பல நாடுகள், முக்கியமாக
தொழில்களை நிறுவ முயலும் நாடுகள், அணு
சக்தியைப் பயன் படுத்தலாம்.

1960-லிருந்து மேலும் பல அணுமின்
திட்டங்களை அமெரிக்காவில் நிறுவ இருக்கி
அவை உருவானதும் மணிக்கு ஆயிரம் வாட்டு சக்தி
ஏழே பைசாதான் ஆகும் என்று அமெரிக்கப்

இயலாரும் விஞ்ஞானிகளும் கணக்கிட்டுக் கூறுகிருர்கள். அவ்வளவு மலிவாகக் கிடைக்காது என்பதே வேறு சில நிபுணர்களின் அபிப்பிராயம். இந்தச் செலவு ஐக்கிய அமெரிக்கா இரண்டாம் உலக யுத்தம் முடிந்த பிறகு சாதாரண மின்சக்தி நிலையங்களில் மின்சாரத்தை உற்பத்திச் செய்ய என்ன செலவு செய்ததோ, அதே அளவுதான். 1975-ம் ஆண்டு வாக்கில் ஐக்கிய அமெரிக்காவில் உற்பத்தியாகும் மொத்த மின்சக்தியில் பத்தில் ஒரு பங்கு அணு உலைகளிலிருந்தே கிடைக்கும் என்று அணுசக்திக் குழு மதிப்புப் போட்டிருக்கிறது.

அணு மின்சக்தியைப் பெற யூனிட்டுக்கு என்ன செலவாகும் என்று முன்கூட்டியே சொல்லப் பல கம்பெனிகள் மறுக்கின்றன. ஆனுல் அணுமின் சக்தியை எடுப்பதற்கான ஆராய்ச்சிக்காக அவை வாரி இறைக்கும் பணத்தைப் பார்க்கும்பொழுது, காலப் போக்கில் ஐக்கிய அமெரிக்காவுக்கு அணுமின் சக்தியால் ஏராளமான பயன் உண்டு என்று நன்கு உணர்ந்துதான் அவை இப்படிச் செலவு செய்கின்றன என்று தோன்றுகிறது. யாங்கி அணுமின் சக்திக் கம்பெனி, அதன் அழுத்த நீர் உலையிலிருந்து 12 முதல் 14 பைசாச் செலவில் (ஒரு யூனிட்டுக்கு) மின்சாரம் தயாரிக்க முடியும் என்று கூறுகிறது. நியூ இங்கிலாந்து வட்டாரத்தில் சாதாரண மின்சக்தி நிலையங்களில் ஆகும் செலவுதான் இதுவும். 9 பைசாவில் நாங்கள் தயாரிப்போம் என்று அமெரிக்கன் மெஷின் அண் பவுண்டரி கம்பெனி கூறுகிறது. இந்தக் கம்பெனி உள்ள மினிஸோட்டாப் பகுதியில் மின்சாரத்தின்விலை தற்பொழுது $12\frac{1}{2}$ பைசாவுக்குமேல் ஆகிறது.

1975-ம் ஆண்டுக்குள், மொத்த அமெரிக்க மின்சக்தியில் பத்தில் ஒரு பங்கு அணுஉலைகளிலேயே

கிடைத்துவிடும் என்று அ. ச. குழு கூறினாலும், அ... குள் தீர்க்க வேண்டிய பிரச்னைகள் பல இருக்கின்... அவற்றில் முக்கியமானது கதிரியக்கமுள்ள கழிவு பொருள்களை மக்களுக்குத் தீங்கு வராதவாறு அ... படுத்துவது பிரச்னை. அடுத்தபடியாக, பயிற்சி பெற்ற எஞ்ஜினியர்களும் நுண்வினைஞர்களும் இப்பொ... போதிய அளவுக்குக் கிடைக்கவில்லை. ஒரு கம்பெனிக்கு ஒரு நிபுணர் என்று எளிதில் கிடைக்கக் கூடிய ... மில்லை இது. பல கம்பெனிகள் சில நிபுண... நியமித்து அவர்களுடைய சேவையை பகிர்ந்து ... கின்றன. வேறு வழியுமில்லை.

இந்தப் பற்றுக் குறையை ஒருவாறு சமா... காக, அணுசக்திக் குழு அணுஉலை இயலில் ... தருவதாக ஒரு பயிற்சித் திட்டத்தைத் தொடங்... ஆர்கான் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் இந்த ... தரப்படுகிறது. 1955-ல் மார்ச் மாதம் தொடங்கி... பயிற்சி நிலையத்தில் அணுஉலை நுணுக்க... பற்றிப் பொதுவான ஒரு பயிற்சி நாலுமாத கா... குத் தரப்படுகிறது. உலையை நடை முறை... அமைத்து இயக்குவதற்காக ஒரு மூன்று மாதக் கா... பயிற்சியும் உண்டு. இது ஓர் அகில உலக நிலை... முதல் பயிற்சித் திட்டத்தில் 10 அமெரிக்க மாண... களும் 20 அயல் நாட்டு மாணவர்களும் பயிற்சி பெ... னர். 1955 பிற்பகுதியில் தொடங்கிய இரண்டா... திட்டத்தில் அமெரிக்க மாணவர் 30 பேரும் ப... நாடுகளிலிருந்து 50 மாணவர்களும் சேர்ந்தனர். 195... ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் 101 பேர் பயிற்சி பெ... னர். அவர்களில் 31 பேர் ஐக்கிய அமெரிக்க நா... மாணவர்கள். 29 அயல் நாடுகளிலிருந்து வந்தவ... 70 பேர்.

5

அணுசக்தியும் போக்குவரத்தும்

புதிதாகக் கண்டுபிடித்த ஒரு சாதனம் வெற்றி அடைய வேண்டுமானால் வேறு எதுவும் செய்ய முடியாத ஒன்றை அது செய்ய வேண்டும். அல்லது, இப்பொழுது உள்ள சாதனங்களைவிடத் திறமையாக ஒரு வேலையைச் செய்ய வேண்டும், அல்லது, குறைந்த செலவிலாவது செய்ய வேண்டும்.

உதாரணமாக, நாட்டிலஸ் என்ற ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டு நீர் மூழ்கிக் கப்பலைப் பார்ப்போம். அணுசக்தியால் இயங்கும் அது, இப்பொழுது உள்ள ஏனைய எல்லா நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களையும்விட நீண்ட தூரம் தண்ணீருக்கு மேலோ கீழோ சஞ்சரிக்கும் ஆற்றலை உடையதாக இருக்கிறது. எரிபொருளை மீண்டும் மீண்டும் நிரப்பிக் கொள்ளும் தேவை அதற்கு கிடையாது. மேலும் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் பாதுகாப்பு சம்பந்தப்பட்ட வரையில் இந்தப் புதிய நீர்மூழ்கி ஒரு முக்கியமான பலமாகும். இக் காரணங்களைக் கொண்டுதான் அதை அமைப்பதற்காக ஏராளமாகப் பொருளைச் செலவழித்தார்கள். அமைப்பு, இயக்கம் ஆகியவற்றில் சிக்கனம் ஏதும் செய்யவில்லை. ஒரு நாட்டை எதிரிகளின் ஆக்கிரமிப்பிலிருந்து காப்பதற்கு எவ்வளவு செய்தால்தான் என்ன?

நீர்மேல் உலவும் கப்பல்களை அணுமின் சக்தியா... பிரச்னையைப்பற்றி சுருக்கமாகக் கவனி... இயக்கும் போம். நாலாவது அத்தியாயத்தில் விளக்கிய அ... உலைகளில் ஏதாவது ஒன்றைக் கொண்டு வர்த்தக... கப்பல்களை இயக்க முடியும் என்று நிபுணர்க... ஆராய்ந்து முடிவுக்கு வந்திருக்கிருர்கள். நாட்டி... வெற்றிகரமாக இயங்குவதே இதற்கு ஒரு சா... தொழில் நுணுக்க முறையில் அது சாத்தியமான க... யம்தான். அணுசாதனங்களின் பளு ஒரு க... தாங்கக் கூடியதாகத்தானிருக்கும். அணு இயந்... களை எல்லாம் நன்ருக மறைத்து, கப்பலில வேலை... வோருக்குத் தீமை விளைவிக்காத ஓர் இடத்... அவற்றை அமைப்பதும் சாத்தியமான காரியம் ... சாதாரணக் கப்பல்களைவிட, இவ்வகைக் கப்பலை இ... வதோ பாதுகாப்பதோ அதிகக் கஷ்டமில்லை. ... இதற்கு (அணுமின் சக்திக் கப்பலுக்கு) விசேஷ... துறைமுக வசதிகள் வேண்டியிருக்கும்.

அணுமின் சக்தியால் இயங்கும் வர்த்தகக் கப்ப... ஒன்றைக் கட்டச் சாதாரணக் கப்பலுக்கு ஆவதை... போல ஏழு மடங்கு செலவாகும். சாதாரணக் கப்ப... ஓட்ட அதன் ஆயுள் முழுவதற்கும் கணக்கிட்டா... கோடிக் கணக்கான டாலர் பொறுமானமுள்ள ... எண்ணெய் தேவையாயிருக்கிறது, அணு எரிபொரு... எண்ணெயைவிட விலை அதிகம். ஆனால் நாளடைவி... எண்ணெய் விலைக்கே கிடைக்கும் என்று எதிர்பார்க்... கிருர்கள். எண்ணெயைவிட அது மலிவாகக் கிடைத்... தாலும் கூட, கப்பலைக் கட்ட ஆகும் பிரம்மாண்... செலவுக்கு ஈடுகட்டிவிட முடியாது.

அணுசக்திக் கப்பலில் எரிபொருளைச் சேமித்து வைப்பதற்குத் தனி இடம் தேவையில்லை. ஆகவே இன்று எண்ணெய் அடைத்துக் கொண்டிருக்கும் இடத்தில், நிறைய சாமான்களை வைத்து ஏற்றிச் செல்ல முடியும். இது ஒரு பெரிய அனுகூலம் இல்லையா? மேலும் எண்ணெயால் ஓடும் கப்பல்களுக்கு வேறு சிரமங்களும் உண்டு. புகை, அழுக்கு, கறை, எண்ணெய்க் குழாய்கள், ரப்பர் குழாய்கள், கொதிக்க வைக்கும் உலை, பெரிய எண்ணெய்க் கிடங்குகள்— இத்தனையும் சாதாரணக் கப்பலில், இருக்கும், அணு சக்திக் கப்பலுக்கு இந்தத் தொல்லை ஏதும் கிடையாது. சாதாரணக் கப்பலில், எரி எண்ணெய் தீரத் தீர; அந்த இடம் கனம் குறைந்து விடும். கப்பலில் ஒரு பக்கம் கனம் குறைந்துவிடுவதால், கொடையடிக்காமல் சமன் செய்தாக வேண்டும். இது மிகவும் ஜாக்கிரதையாகச் செய்ய வேண்டிய வேலை. இந்தக் கவலை அணுசக்திக் கப்பலில் கிடையாது. அணுசக்திக் கப்பலில் கதிரியக்கம் பாய்ந்து மக்களையும் பொருள்களையும் பாதிக்கலாம். ஆனால் இந்தப் பிரச்னையைத் தீர்ப்பது கஷ்டமல்ல என்று கப்பல் கட்டுவோர்கள் கருதுகிருர்கள்.

முதல் அணுசக்திக் கப்பல்களில் பணியாற்றும் சிப்பந்திகளுக்குச் சம்பளம் சற்று அதிகப்படியாகத் தான் இருக்கும். ஏனெனில் அவர்களுக்குத் தீவிரமான பயிற்சி தரவேண்டியிருக்கிறது. நல்ல மாலுமிகளாக இருப்பதோடு, அவர்கள் அணு இயந்திரங்களோடு நல்ல பழக்கமும் பெற்றவர்களாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் அணுசக்திக் கப்பல்களை அதிகமாகக் கட்டக் கட்ட, விசேஷப் பயிற்சிக்கான இந்தச் செலவு குறைந்து கொண்டே வரும். நாளடைவில் சாதாரணக் கப்பல்

சிப்பந்திகளுக்கு ஆகும் பயிற்சிச் செலவுதான் இரு கும் ஆகும்.

கடல் வேகத்தில் நீண்ட வர்த்தக யாத்திரைகள் செல்லும் கப்பல்களுக்கு அணுசக்தி இயக்கமே சிக்கனமானது. சிறந்ததும் கூட என்று ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டு வர்த்தகப் பிரிவின் கப்பல் நிபுணர்கள் முடிவு செய்திருக்கின்றனர். எரி எண்ணெய், சரக்குப் பொருட்கள், முதலியவற்றை ஏற்றிச் செல்லும் கப்பல்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. தற்பொழுது வர்த்தகக் கப்பல்களுக்கு மிக மிக ஏற்ற அணு உலை ஏதும் இல்லை. இப்போது இருக்கும் அணு உலைகளைப் பற்றி இன்னும் நன்றாகத் தெரிந்து கொண்டால்தான், பத்திரமாகவும், சிக்கனமாகவும், திறமையோடும், நம்பகமாகவும், செயலாற்றக் கூடிய அணு உலை வகையைத் தேர்ந்தெடுக்க முடியும்.

ஆகவே, அணுசக்தியின் மூலம் வர்த்தகக் கப்பல்களை கட்டுவது சாத்தியமானாலும், அவற்றைக் கட்டும் செலவு அளவு கடந்ததாயிருப்பதால், தனியார்கள் இந்தப் பொறுப்பை ஏற்றுக் கொள்வது சந்தேகம். சிப்பந்திகளுக்கு ஆகும் செலவும் அதிகமாயுள்ளது. ஆனால் இந்த சிரமங்களுக்கெல்லாம் ஈடு செய்யும் அளவுக்கு நன்மையும் இருக்கிறது. அணுசக்திக் கப்பல்கள் இன்னும் அதிகப்படியான மக்களையும் பொருட்களையும் ஏற்றிச் செல்ல முடியும். ஆனால் தனியார் கம்பெனிகள் அணுசக்தி வர்த்தகக் கப்பல்களைக் கட்டி இயக்குவதற்கு ஆகும் பெரும் செலவை ஏற்றுக் கொள்ள இன்றளவும் உற்சாகம் காட்ட வில்லை.

அணுசக்தியின் மூலம் இயங்கும் வர்த்தகக் கப்பலை ஐக்கிய நாட்டு அரசாங்கமே கட்டுவதற்காக, 1956 ஜூலை மாதத்தில் 84-வது காங்கிரஸ் சபை ஒரு சட்டம் இயற்றியது. 4 கோடியே 25 லட்சம் டாலர் தொகை செலவு செய்யலாம் என்பதைக் காங்கிரஸ் ஆமோதித்தது. அணுசக்திக் குழுவும் ஐக்கிய அமெரிக்க கடல் துறைக் குழுவும் கூடிய சீக்கிரம் இதைச் செய்யவேண்டும் என்று 1956 அக்டோபர் 15-ம் தேதியன்று ஜனாதிபதி ஐஸனோவர் ஒரு உத்தரவு பிறப்பித்தார். கப்பலுக்கான திட்டங்கள் உருவாயின. கப்பல் நீளம் 595 அடி இருக்க வேண்டும் என்றும், 100 பிரயாணிகளையும் ஏற்றிச் செல்லக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும் என்றும், அந்தத் திட்டம் கோரியது. 20 ஆயிரம் குதிரைச் சக்தி கொண்ட அழுத்த நீர் அணு உலையால் இந்தக் கப்பல் இயங்கும். அதன் உச்ச வேகம் மணிக்கு 21 நாட் (நாட் என்பது 6080 அடி. கப்பல் ஓட்டத்திற்கு இந்த "நாட்" என்பதே கணக்கு. 21 நாட் என்றால் சாதாரண மைல் கணக்கில் 24-க்கு சற்று அதிகம்).

இந்தக் கப்பலின் மேல் கூடு 1957 டிஸம்பர் மாதம் கட்டி முடிக்கப்பட்டது. இதற்கான அணுவின் உலையைக் கட்ட மூன்று ஆண்டுகள் பிடிக்கும் என்று மதிப்பிட்டிருக்கிறார்கள். இந்த முதல் கலத்தின் செலவு அதிகமாயிருந்தாலும், சர்க்கார் அதைக் கட்டுவதால், தனியார் கம்பெனிகளும் இத்தகைய கப்பல்களைக் கட்ட ஊக்கம் பெறுவார்கள், விரைவில் கட்டவும் தலைப்படுவார்கள். ஆனால் அணுசக்தி வர்த்தகக் கப்பல்களைக் கட்ட இன்னும் உரிய காலம் வரவில்லை என்பதே அமெரிக்க அதிகாரிகளின் கருத்து. அத்தகைய கப்பல்களுக்கு ஏற்ற அணு உலைகளை அமைப்பதற்குக் குறைந்த பட்சம் பத்து ஆண்டுகள் பிடிக்கும் என்று கூறுகிறார்கள். எது எப்படியிருந்தாலும், சர்க்கார் இதை முதலில் மேற்கொண்டது பெரிய முன்னேற்றம்தான்.

விமானம் ஓட்டுதல்

அணுசக்தியால் இராணுவ விமானங்களைக் கட்டவும் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடு ஆராய்ந்து முயன்று வருகிறது, இந்த முயற்சியைப்பற்றி எந்தத் தகவலும் பொது மக்களுக்கு இன்னும் சரியாகத் தெரியவில்லை. (இராணுவ இரகசியம் என்பதால்தான்). ஆனால் வர்த்தக விமானங்களுக்கு எப்படி அணுசக்தி பயன்படும் என்பதைப் பற்றிய சில விஷயங்கள் சாதாரணமாகத் தெரிந்துள்ளன.

அணுசக்தியைக் கொண்டு வர்த்தக விமானங்களை ஓட்டுவதன் மூலம், மூன்று நன்மைகள் உண்டு. அணுசக்தி விமானம், எரிபொருளுக்காக அடிக்கடிக் கீழே இறங்காமல் வெகு நேரம் வானில் பறக்க முடியும். அடிக்கடி எண்ணெய் போடுவதற்குத் தேவையான விமான தளங்களின் எண்ணிக்கையும் குறையும். நிறைய இடத்தை அடைத்துக் கொள்ளும் எரிஎண்ணெய்களைக் கொண்டுவருவது, வழங்குவது—இந்தப் பிரச்னையும் இராது.

விமானத்தை ஓட்ட அணுசக்தியைப் பயன்படுத்துவது மிகவும் எளிய செயல். அணு உலையின் வெப்பத்தை, விமானத்தை உந்தும் சக்தியாக மாற்றுவதுதான் அதன் அடிப்படையான தத்துவம். ஆகவே எந்த அணுசக்தி விமானத்திலும் ஒரு அணு உலையும், ஒரு வெப்ப எஞ்ஜினும் இருந்தாக வேண்டும், (இந்த எஞ்ஜின் ஜெட் அல்லது டர்பைனால் சுழலும் காற்றாடி எஞ்ஜினாக இருக்கலாம்)

ஒரு பிரச்னை மட்டும் சிக்கலானது. அணு உலையின் கதிரியக்கத்தைத் தடுக்கப் பெரிய தடுப்பு எழுப்பி, விமானத்தின் சிப்பந்திகளையும் பிரயாணிகளையும் காக்க வேண்டும். தடுப்பின் கனமோ அதிகம். இந்தக்

கனத்தை எங்கே வைப்பது? ஆகவே கனத்தைச் சரிவர நிரவுவதற்காக, விமானத்தின் அமைப்பையே மாற்றியாக வேண்டும், இன்றைய விமானங்கள் தரையை விட்டு ஏறும்பொழுது கனம் மிகுதியாகவும், இறங்கும் பொழுது எரிஎண்ணெய் செலவழிந்து விடுவதால் கனம் குறைவாகவும் உள்ளன. அணுசக்தி விமானங்களின் கனமோ ஏறும்பொழுதும் இறங்கும்பொழுதும் ஒரே மாதிரியாகத்தானிருக்கும். ஆகவே இறங்கும் தளமும் உறுதியுள்ளதாக இருக்க வேண்டும், ஆகவே தளம், விமான அமைப்பு—இரண்டுமே மாறும், மிகக் கடினமான பிரச்னைகள் இவை. ஆனால் தீர்க்க முடியாதவை அல்ல.

அணுசக்தி விமானங்களின் முதற் செலவும் சாதாரண விமானத்துக்கு ஆவதைவிட மிகவும் அதிகமாகத்தான் இருக்கும். அணு சாதனங்களின் விலை அதிகமல்லவா? விமானத்தைப் பராமரிப்பது, பழுது பார்ப்பது, தரையில் கண்காணிப்பது—இந்தச் செலவுகளும் அதிகம்தான். கதிரியக்க விபத்துக்களைத் தடுக்கும் பிரச்னைகளைப் பற்றி ஏற்கனவே கூறியிருக்கிறோம். எண்ணெய் போன்ற இரசாயன எரிபொருள்களைவிட அணு எரிபொருள்களின் விலையும் அதிகம். ஆனால் பெருகும் தேவைக்கு ஏற்ப, பெருகப் பெருக, விலை குறையலாம்.

அணுசக்திக் கப்பல்களைப் போலவே, நீண்ட தூரப் பிரயாணங்களுக்கு அணுசக்தி விமானங்களே சிக்கனமாக இருக்கும். கதிரியக்கத் தடுப்பு சம்பந்தமாகப் பல பிரச்னைகளைத் தீர்க்க வேண்டியிருப்பதால், முதல் அணுசக்தி விமானங்கள் பிரயாணப் போக்குவரத்திற்குச் சரிப்பட்டு வரா. ஆனால் விமான அமைப்பில் முன்னேற்

றம் காணக்காண, தடுப்பு முறைகள் பத்திரமான அ[illegible] வுக்கு அமைந்து விடும்.

ஓர் அணுசக்தி விமானம் கீழே விழுந்து நொறுங்கினால், அதன் அணு உலையிலிருந்து அணுச் சிதைவுப் பொருள்கள் வெளிப் பாய்ந்து கடுமையான ஆபத்துகள் விளையும். விபத்து நேர்ந்த இடத்திற்கு அருகில் உள்ள மக்களும், காற்று வீசும் திக்கில் உள்ள மக்களும் கதிரியக்கத்தின் தீமைக்கு உள்ளாவார்கள். ஆகவே விமான தளங்களைத் தனித்து அமைப்பதும் மக்கள் அதிகம் வாழாத இடங்களின்மீது விமானங்கள் பறப்பதுமே இத்தகைய விபத்துக்களைக் குறைப்பதற்கான வழிகள் ஆகும். இதைப்பற்றி தீவிரமாக ஆராய்ந்து வருகிறார்கள்; ஆனால் இத்தகைய ஆபத்துக்கள் அதிகம் நேராமல் தவிர்க்க முடியும் என்று நுணுக்கம் தெரிந்தவர்கள் உறுதியாக நம்புகின்றனர். ஆனால் இந்தப் பிரச்னை காரணமாக, அணுசக்தி விமானங்களை வியாபார அளவில் போக்குவரத்துக்குப் பயன்படுத்துவது இன்னும் சாத்தியப்படவில்லை என்பதை நாம் கவனிக்க வேண்டும்.

இராணுவ அணுசக்தி விமானங்களை இப்போது அமைத்துக் கட்டி வருகிறார்கள். "நாட்டின் பாதுகாப்புக்காக" என்ற வகையில் ஐக்கிய நாட்டு அரசாங்கம் தான் இதற்காகும் பிரம்மாண்டச் செலவை ஏற்றுக் கொள்ள முடியும்.

நாட்டிலஸ் நீர் மூழ்கியைக் கட்டியதைப்போல இந்தப் பொறுப்பையும் அரசாங்கம் ஏற்றுக் கொண்டுள்ளது. நீர் மூழ்கிகளும் இராணுவ விமானங்களும் இப்படி அணுசக்தியால் இயங்கத் தொடங்கினால் அந்த அனுபவத்தில் பெற்ற அறிவைக் கொண்டு வர்த்தக அணுசக்திக் கப்பல்களையும் விமானங்களையும் அமைத்து

உருவாக்க முடியும். அப்போது உலகின் கடல்களின் மீதும், வானிலும் அணுசக்திக் கப்பல்களும் விமானங்களும் பறந்து உலக நாடுகளை இன்னும் நெருக்கமாக இணைக்கவும் செய்யும்.

தரையில் செல்லும் ஊர்திகள்

அணுசக்தியால் கப்பலும் விமானமும் இயங்குவதில் காணும் முன்னேற்றத்தைத் தரை ஊர்திகளில் அவ்வளவு சீக்கிரமாகக் காண முடியாது என்று தோன்றுகிறது. இந்தச் சந்தேகத்திற்குப் போதிய ஆதாரங்கள் இருக்கின்றன.

அணுசக்தியால் இயங்கும் ரயில் எஞ்ஜின் எவ்வாறு அமைந்திருக்கும் என்பதுபற்றி பல ஊகங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. அணுசக்தி ரயில் எஞ்ஜினை உருவாக்குவது சாத்தியம் என்றுதான் ரயில் தொழில் நிபுணர்கள் கருதுகின்றனர். ஆனால் அது எங்ஙனம் அமைந்திருக்கும் என்பதைப்பற்றி அவர்களும் ஏதும் சொல்லவில்லை. ஆனால் தற்போதுள்ள சாதாரண எஞ்ஜின்களின் அளவும் கனமும்தான் அணு ரயிலுக்கும் இருக்கும் என்பது அவர்களுடைய கருத்து. கனமோ அளவோ மிகவும் அதிகமானால், புதிய பாதைகள் போட வேண்டியிருக்கும்; அதனால் ரயில் பாதைகள் செல்லுவதற்கு உரிமையான இடமும் அதிகமாக வேண்டியிருக்கும். இதன் பயனாகப் பல கோடி டாலர் அதிகச் செலவும் ஆகும்.

கப்பல்களிலும் விமானங்களிலும் இருப்பதுபோல, அணு ரயிலிலும் கதிர் வீச்சினின்றும் காத்துக் கொள்ளும் தடுப்பை அமைப்பது ஒரு பிரச்னைதான். ஆனால் அதிகச் சிரமமின்றி அதைச் சமாளிக்க முடியும். இராணுவ விமானங்களில் தடுப்புக்களை அமைப்பதில் கிடைக்கும் அனுபவம் இதற்கு உதவும். ரயில் இயங்

கும் பொழுது உண்டாகக்கூடிய கதிர் வீச்சு விபத்துக்களை மிகக் குறைந்த அளவில் இருக்குமாறு கட்டுப்படுத்த முடியும். எஞ்ஜின்கள் மோதும் அதிர்ச்சிகளைக் கூடத் தாங்கி நிற்கக் கூடிய அளவுக்கு அணுஉலை ஒன்றை அமைக்க முடியும் என ரயில் தொழில் நிபுணர்கள் நம்புகிருர்கள். இது உண்மையாக இருக்குமானுல், எஞ்ஜின் மோதுவதால் அணுப் பிளவுப் பொருள்கள் வெளிப் பாய்ந்து தீமை விளைவிக்கும் ஆபத்து நேரிடாது.

முதல் அணுசக்தி ரயில் எஞ்ஜினைக் கட்டும் செலவு; இப்போதுள்ள டீசல்—மின்சார எஞ்ஜினுக்கு ஆவதைவிட மிக அதிகமாயிருக்கும். அணு எரி பொருளின் விலை அதிக மில்லாமலிருந்தால் கூட, எஞ்ஜினைக் கட்டும் முதல் செலவிற்கு அது ஈடு செய்ய முடியாது.

மேலும் டீஸல்—மின்சார எஞ்ஜின்களுக்கு ஆவதை விட, அணு ரயில் எஞ்ஜினைப் பராமரிக்கும் செலவும் ஆரம்பத்தில் மிகுதியாகவே இருக்கும். ஐக்கிய அமெரிக்க ரயில் கம்பெனிகள் தற்பொழுது நீராவி எஞ்ஜின்களைக் குறைத்து, மின்சார ரயில்களாக மாற்றும் பெரும் பணியில் முனைந்திருக்கின்றன. ஆகவே, அணுசக்தி எஞ்ஜின்களுக்காகத் திட்டம் வகுக்கும் செலவையும், பின்பு தற்போதுள்ள சாதனங்களைக் கைவிட்டுப் புதிய சாதனங்களை அமைக்கும் பெரும் செலவையும், அவை ஏற்றுக் கொள்ளத் தயங்குகின்றன. அப்படித் தயங்குவதும் நியாயமானதுதான்.

இவ்வாறு தயக்கத்திற்குப் போதிய காரணங்கள் இருந்தும், 1956 அக்டோபர் மாதம், பால்டுவின்—லைமா-ஹாமில்டன் கார்ப்பரேஷன் என்ற ஸ்தாபனம் டென்வர் அண் ரியோக்ராண்டே மேற்கு ரயில் பாதையில் ஓட்டுவதற்காக ஒரு அணுசக்தி எஞ்ஜின அமைக்கப் போகிறேம் என்று அறிவித்தது. இந்த எஞ்ஜினுக்கு வேண்டிய அணு உலையை அமைப்பதற்காக கிட்டி அண் கம்பெனி என்ற ஸ்தாபனத்தோடு ஒரு ஒப்பந்தமும் செய்துகொண்டிருக்கிறது இந்த கார்ப்பரேஷன். மற்ற ரயில் கம்பெனிகள் அணுசக்தி ரயில் எஞ்ஜினுக்குத் தரப்போகும் ஆதரவு இந்த முயற்சியின் வெற்றியைப் பொறுத்தேயிருக்கிறது. அணுசக்தி ரயில் எஞ்ஜின் சிக்கனமாகவும் நன்கு நடைமுறையில் பயன்படக்கூடியதாயும் இருந்தால் ஒழிய, சமீபத்தில் அமைத்துள்ள டீசல்—மின்சாரத் திட்டங்களை அமெரிக்கக் கம்பெனிகள் கைவிட மாட்டா என்று நாம் தீர்மானமாகச் சொல்லலாம்.

டிரக்குகளையும் மோட்டார்கார்களையும் அணுசக்தியால் இயக்குவது பொறி இயல் அளவில் சாத்தியமான காரியம் தான். அத்தகைய இயந்திரங்களை உருவாக்கி அமைக்க முடியும். ஆனுல் அணுசக்திக் கப்பலிலும், விமானத்திலும் தோன்றும் பிரச்னைகள் இதிலும் தோன்றத்தான் செய்கின்றன. அணு மோட்டார்கார்களையும் டிரக்குகளையும் கட்ட ஆரம்பத்தில் மிகுதியாகச் செலவாகும். ஆனுல் கதிரியக்கத் தடுப்பு, கப்பலிலும் விமானத்திலும் போல, அவ்வளவு எளிதாக இராது. ஒரு டிரக்கையோ காரையே ஓட்டும் அணு உலைக்குப் போடும் தடுப்பு 50 முதல் 100 டன் கனமுள்ளதாக இருக்கும் என்று தற்போது கணக்கிடுகிருர்கள்! இலேசான தடுப்புமுறை ஒன்றைக் கண்டுபிடிக்கும் வரையில், அல்லது தடுப்புப் பிரச்னையைத் தீர்க்க வேறு ஒரு புதிய வழி உருவாகும் வரையில், அணுசக்திக் காரும் டிரக்கும் வெறும் கனவாகத்தான் இருக்க முடியும். இலேசான தடுப்பு முறைகள் சாத்தியம் என்று தோன்றவுமில்லை.

6

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள்

முன்னுரை

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் என்றால் என்ன ?

வாசகருக்கு ஞாபகமிருக்கலாம். ஒரே மூலகத்தின் அணுக்கள் உட்கருவில் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையுள்ள நியூட்டிரான்களைக் கொண்டிருந்தால் அவை ஐஸடோப்புகள் எனப்படும் என்று முன்பு கூறினோம். இவ்வாறு நியூட்டிரான்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடுவதால் அணு எடையும் மாறுபடும். அணு உலையில் வைத்து நியூட்டிரான்களைப் பாய்ச்சி, சில ஐஸடோப்புகளைக் கதிரியக்க முள்ளவையாகச் செய்ய முடியும். அப்படிச் செய்த பின்பு அவை கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் என்று அழைக்கப்படும். ரேடியத்தைப்போல அவை எக்காலும் கதிர்களைக் கக்கிய வாறிருக்கும்.

அணு உலைகள் தோன்றுவதற்கு முன்னால், ரேடியம்தான் விஞ்ஞானக் கருவியாக நீண்டகாலம் மனித வர்க்கத்திற்கு உதவி வந்தது. ஆனால் அது கிடைத்தற்கரிய பொருள். ஆகவே, ஏராளமான விலையும் கொண்டது. அணுவின் கதிரியக்கத்தால் எவ்வளவோ சாதிக்க முடியும் என்று உணர்ந்திருந்தாலும் விஞ்ஞானிகள் அத்துறையை வளர்க்க முடியாமல் வெகுகாலம் சிரமப்பட்டார்கள். ஏனெனில் அத்தகைய அணுப் பொருள்கள் அக்காலத்தில் மிக மிகச் சொற்பமாகவே கிடைத்தன. அப்போது கிடைத்த ஒரே கதிரியக்க மூலகமான ரேடியமோ ஏராளமாகச் செலவு செய்தால் ஒழியக் கிடைக்காது. ஆனால் இன்று நிலைமை மாறிவிட்டது. அணு உலைகள் குறைந்த செலவில் ஏராளமாகக் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளைத் தயார்செய்து வழங்குகின்றன.

மேலும், ரேடியத்தைவிட இந்தக் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளால் பல அனுகூலங்களும் உண்டு. இன்று பல பொருள்களிலிருந்து கதிரியக்கத்தைப் பெற முடிகிறது. அந்தக் கதிரியக்கத்தை இஷ்டப்பட்ட அளவுக்கும் பெற முடியும். பல அடிப்படை மூலகங்களின் மீது கதிரியக்கம் ஏற்றி இவ்வாறு பயன்படுத்திக் கொள்ள முடியும். ஆகவே இந்த ஐஸடோப்புகள் விஞ்ஞானிகளுக்கும், பொறி இயலார்க்கும், ஆராய்ச்சியாளர்க்கும், கிடைத்திருக்கும் பெரிய வரப்பிரசாதம். ரேடியத்தைச் சில முறைகளில் பயன் படுத்தவே முடியாது. ஆனால் வேறு அடிப்படை மூலகங்களையோ கதிரியக்க மேற்றி எத்தனையோ வழிகளில் பயன்படுத்தலாம். விஞ்ஞானம், தொழில், விவசாயம், மருத்துவம், ஆகிய துறைகளில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் முக்கிய சாதனமாக இப்பொழுது வளர்ந்து விட்டன. மைக்கிரோஸ்கோப்பு என்று நுட்ப ஆடிக்குப் பிறகு, மிகச் சிறந்த விஞ்ஞானத் துணைக்கருவி கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளே என்று விஞ்ஞானிகள் கருதத் தொடங்கி விட்டார்கள். அவ்வளவு முக்கியத்துவமும், விஞ்ஞான மதிப்பும் அவற்றிற்குக் கிடைத்துவிட்டன.

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் உருவாவது எப்படி ?

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் பயன்களைக் கூறுமுன், அவை எப்படி உருவாக்கப்படுகின்றன என்று

ளப்போம். அணு உலை தோன்றுவதற்கு முன்
னம், சைக்ளோட்ரான் போன்ற சாதனங்க
மூலம் சிறிய அளவில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள்
தயாரித்து வந்தார்கள். ஆனால் பெரும் அளவி
வர்த்தக அளவிலும், அவை தயாரானது அணு
கள் தோன்றிய பிறகுதான்.

அணு உலையில் கதிரியக்க ஐஸடோப்பு
தயாரிக்க இரண்டு வழிகள் உண்டு. முதலாவ
அணு உலையில் பல பிளவுப் பொருள்கள் உ
கின்றன. அதாவது, யுரேனியம் போன்ற அ
பொருள் எரிந்து பிளவுபடும் பொழுது பலவகைச்
யக்க ஐஸடோப்புகள் உண்டாகும், இரசாயன
இயந்திரம் என்ற இயந்திரத்தில் இந்த ஐஸ
களைப் பிரித்து எடுக்க முடியும். இதற்கு சிக்க
இரசாயனச் சாதனங்களும் "ஹாட் ஸெல்"
படும் சாதனங்களும் தேவை. இந்த சாதன
அமெரிக்காவின் சில ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் உ
வியாபார முறையில் பெரும் அளவுக்கு இங்கு
யக்க ஐஸடோப்புகள் தயாராகின்றன. ஒக்ரி
உள்ள கூடம் இவற்றில் ஒன்று சுருக்கம
சொன்னால், அடிக்கடி பிளவுப் பொருள்கள்
உலையிலிருந்து வெளியே எடுக்கப்படுகின்
ஆராய்ச்சி சாலையில் உள்ள நுண் வினை
அந்தப் பொருள்களை இரசாயனச் செய் முறைக
பாடம் பண்ணி, கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளைப் பிரி
டுக்கிறார்கள். கதிரியக்க பாஸ்பரம் போன்ற
பனங்கள் எல்லாம் இப்படித்தான் கிடைக்கின்றன

இரண்டாவது வழி ஒன்று உண்டு. இது
அதிகமாக கையாளப்படும் முறை. அயோடின், த
ஸ்ட்ரான்ஷியம் போன்ற ஒரு மூலகத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட

கேரத்திற்கு அணு உலையில் செருகி வைப்பார்கள் அப்போது நியூட்டிரான்கள் அம் மூலகத்தைத் தாக்கிக் கொண்டேயிருக்கும். அப்படித் தாக்கும் நியூட்டிரான்கள் பலவற்றைச் செருகியுள்ள மூலகத்தின் அணுககளில் சில, உள்வாங்கிக் கொள்ளும். இவ்வாறு அதிகப்படியான நியூட்டிரான்களை வாங்கிக் கொள்ளுவதால், மூலகம் நிலையற்றதாக மாறுகிறது. மூலகத்தை வெளியே எடுக்கும் பொழுது, அது கதிரியக்க ஐஸடோப்பாக மாறியிருக்கும். இந்த ஐஸடோப்பானது ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவுக்குக் கதிர்களை வீசிக் கொண்டிருக்கும். இந்தக் கால அளவு என்ன என்பது அதன் "அரை ஆயுளை"ப் பொறுத்திருக்கிறது ("அரை ஆயுள்" என்ன என்பதற்கு புத்தகத்தின் ஆரம்பத்தில் உள்ள அகராதியைப் பார்க்கவும்). இந்தக் கால அளவை இரசாயன முறைகளாலோ அல்லது பௌதிக முறைகளாலோ மாற்ற முடியாது.

11-ம் படத்தில் உள்ள கிராவைட்டு அணு உலையில், எங்கு, எவ்வாறு கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் தயாராகின்றன என்பதைக் காணலாம். ஐஸடோப்பைத் தயாரிக்க வேண்டுமானால், முதலில் அணு உலை இயங்குவதை நிறுத்திவிடுவார்கள். "ஸட்ரிங்கர்"கள் என்று சொல்லப்படும் கிராவைட்டுக் குழல்களை உலையிலிருந்து வெளியே எடுத்து, அக்குழல்களுக்குள் அலுமினியப் பூண் போட்ட அயோடின் அல்லது ஸோடிய ஐஸடோப்புகளைச் செருகி நிரப்புவார்கள். நிரப்பியவுடன், கிராவைட்டுக் குழல்களை உலைக்குள் மீண்டும் செருகுவார்கள். உடனே கண்ட்ரோல் (அடக்கி) தடிகளை வெளியே இழுத்து, உலையை இயக்குவார்கள். ஐஸடோப்புகளால் நிரப்பப்பட்ட கிராவைட்டுக் குழல்கள் ஒருவாரமோ, அல்லது ஒருமாதமோ அல்லது

இன்னும் அதிகமான காலம்வரையோ உலைக்குள்ளே இருக்கும். குறிப்பிட்டகாலம் முடிந்ததும், கிரா டுக் குழல்கள் வெளியே இழுக்கப்படும். ஐஸடோப் இப்பொழுது கதிரியக்க முள்ளவையாக மாறியிரு அவற்றை எடுத்துக் கொள்வார்கள். கதிரியக்க னின்று சிப்பந்திகளைக் காப்பதற்காகப் பல பாதுகாப்புகள் செய்யப்படுகின்றன. உலையிலிரு எடுத்த கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை ஈயப் பாத் களில் வைப்பார்கள் அந்தப் பாத்திரங்களுக்கு கள் நீளமாக இருக்கும். வேலை செய்யும் நுண்வினை கள் கதிர்வீச்சு நேராக வராத இடமாகப் பார் அங்கு நின்றே வேலை செய்வார்கள். காங்கிரீட் களுக்கு அப்பால் நின்றவாறு, திறம்பட அமை பட்ட பிரதிபலிப்புக் கண்ணாடிகளில பார்த் கொண்டே வேலை செய்வார்கள். இதைத்தவிர பௌதிகர்களும் கதிரியக்கத்தை அளக்கும் கருவி வைத்துக்கொண்டு, சிப்பந்திகளையும் சாதனங்க கதிர்வீச்சு எவ்வளவு தாக்கியுள்ளது என்று கணித்த வண்ணம் இருப்பார்கள்.

, ஒக்ரிட்ஜில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் தயா தும், "அணு மருந்து நிலையம்" என்ற நிலையத்தி அவை அனுப்பப் படுகின்றன. ஐக்கிய அமெரிக்க களில் இந்தமாதிரி ஒரே ஒரு நிலையம்தான் உள் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் உற்பத்தியும், தேவையு ஒரேயடியாகப் பெருகிவிடவே இந்தமாதிரி ஒரு நிலைய அமைக்க வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டது. இங்கே தயாரிக்கும் 100 வெவ்வேறு கதிரியக்க ஐஸடோப்பு களைச் சேமித்து வைக்கவும், "ஆர்டர்" செய்தவர் களுக்கு வழங்கவும் இந்நிலையம் உதவுகிறது. 1954-ம் ஆண்டில் மட்டும், ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டிற்கும்,

மற்றும் 50-க்கு மேற்பட்ட உலக நாடுகளுக்குமாக 10433 'பார்சல்'களில் ஒக்ரிட்ஜ் ஸ்தாபனம் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை அனுப்பிற்று.

இந்த "அணு மருந்து நிலையம்" ஒரு நவீனப் பொறி இயல் அதிசயம் என்றே சொல்ல வேண்டும். கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை விரைவில், திறமையுடன், பத்திரமாகக் கையாண்டு, கப்பல்களில் ஏற்றும் வேலை இந்த நிலையத்தின் மூலம்தான் சாத்தியமாகிறது. உலையிலிருந்து கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் வந்தது முதல்; அவற்றைச் சேமித்துவைத்து, கப்பல்களில் ஏறும் கொப்பரைகளுக்கு மாற்றுவது வரையில், எல்லா வேலைகளும் தொலைவிலிருந்தே கையாளும் கருவிகளின் மூலம் செய்யப்படுகின்றன. இந்தக் கருவிகள் மிகவும் திறமையுடன் அமைக்கப்பட்ட அதிசயங்கள். இந்த விசைகளின் உதவியால், நுண்வினைஞர்கள் காங்கிரீட் ஈயச் சுவர்களின் பின்னால் நின்றுகொண்டும், கதிர்வீச்சுப் படாமல் தங்கள் உடல்களைக் காத்துக் கொண்டும், பணியாற்ற முடிகிறது. அதே சமயம் நினைத்தப்படி கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை, திறம்படக் கையாளவும் முடிகிறது

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் பயன்படும் விதம்

மருத்துவம், விவசாயம், தொழில், விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி, என்று எந்தத் துறையில் பயன் பட்டாலும், கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் அடிப்படையாக மூன்று வழிகளில் உபயோகிக்கப் படுகின்றன, ''டிரேஸர்''களாகவும், எக்ஸ்-ரே படத்திற்கும், கதிர்வீச்சின் பிறப்பிடங்களாகவும் அவற்றை உபயோகிக்கலாம்.

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் எக்காலும் கதிர்களை விசிக் கொண்டிருப்பதால், கைகர் கௌண்டர் என்ற

கருவி மூலமோ மின் மினுக்கும் கருவிகள்' மூல... அவை இருப்பதைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். மேலு... சிறு அளவில் உபயோகித்தால், எந்தப் பொரு... அல்லது இரசாயன செய்முறைகளில் அவை பய... படுத்தப்படுகின்றனவோ, அந்த முறைகளை அவ... பாதிப்பதில்லை. "டிரேஸர்கள்" (உளவு காட்டிக... என்ற முறையில் அவை மிகவும் பயன்படுகின்... சிறு சிறு ரேடியோ நிலையங்களைப் போல், அ... அடையாளங்களை அனுப்பும். அவற்றை மிக ... கருவி ஒன்றால் சரியாக அளந்து விடலாம். ஒரு ... கதிரியக்க ஐஸடோப்பை ஒரு பொருளோடு, சேர்... விட்டால், அது போகிற இடமெல்லாம் தொட... உலோகம், திரவங்கள், மனித உடல்—இவை எ... வற்றுக்குள்ளும் அது சஞ்சரிப்பதைத் தொடர்... கவனிக்க முடியும். மேலே எத்தனை மறைவுகள் ... தாலும், அது உள்ளே போவதைக் காண முடியும்.

அடுத்தபடியாக, சில கதிரியக்க ஐஸடோப்புக... 'கம்மா'க் கதிர்களைப் போன்ற கதிர்களை வீசுகின்றன... இந்தக் கதிர்கள் பொருள்களை ஊடுருவி எக்ஸ்-ரே... படத்தைப்போல் படமெடுக்கும் 'ஆற்றல் படைத்தவை... ஆனால் எக்ஸ்-ரேக்குத் தேவையான அதிகச் சக்தியுள்ள... மின்சாரம் இதற்கு அவசியமில்லை.

சில கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் வீசும் கதிர்க... கண்ணுக்குப் புலப்படா. ஆனால் வெகு ஆழமாக அவை... ஊடுருவும். ஆகவே சில குறிப்பிட்ட இடங்களுக்கு... வேண்டிய அளவில் இக்கதிர்களைப் பாய்ச்சி, விஞ்ஞானிகள் பயன் அடைகிறார்கள். இந்தக் கதி... ர்கள், உயிர்களின் அடிப்படையான அங்க அமைப்... புக்களை மாற்றக் கூடியவை. ஜட மூலகங்களின் இயல்புகளையும் மாற்றும் திறம் பெற்றவை. தீமை

விளைவிக்கும் 'நுண்ணுயிர்களையும் இவை அழிக்க வல்லவை.

1955-ம் ஆண்டில், தொழில் துறையில் மட்டும் ஐஸடோப்புகளைப் பயன்படுத்தியதன் மூலம், பத்துக் கோடி டாலர் மிச்சப்பட்டதாம். அடுத்த பத்து ஆண்டுகளில், தொழில் துறையில் ஆண்டுதோறும் 100 கோடி டாலர் மிச்சப் படும் என்று அணுசக்திக் குழுவில் முன்னாளில் பணியாற்றிய ஜோஸப் காவெல் என்பவர் கூறியிருக்கிறார். மருத்துவத் துறையிலோ, இவற்றால் காக்கப்பட்ட உயிர்கள் கொஞ்ச நஞ்சமில்லை. எத்தனையோ நோய்கள் குணமாயின. எத்தனையோ மக்களைப் பற்றிய நோய்கள் என்ன வென்று குறிப்பாகக் கண்டுபிடிக்கவும் முடிந்தது. எல்லாம் இந்தக் கதிரியக்க ஐஸடோப்பின் உதவியால்தான்.

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் நூற்றுக்கணக்கான துறைகளில் உபயோகப்படும் விதங்களையும் எப்படி அவை உயிர்களைக்காக்கவும், பணத்தையும் நேரத்தையும் மிச்சப் படுத்தவும் எவ்வாறு உதவுகின்றன— என்பவைகளையெல்லாம் அடுத்து வரும் மூன்று அத்தியாயங்களில் பார்க்கலாம். முறையாக வரிசைப் படுத்திக் கூறவும், தெளிவாக விளக்கும் நோக்கத்துடனும், கதிரியக்கம் பயன்படும் விதங்களை மூன்று முக்கியத் தலைப்புகளின் கீழே எடுத்துரைக்கலாம் என்பது உத்தேசம். உளவு காட்டி (டிரேஸர்), ஊடுருவிப் படம் எடுத்தல், பொருட்களில் கதிரியக்கம் ஏற்றுவது—என்ற மூன்று தலைப்புகளில் அவை கூறப் படும். கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் பயன்கள் அனைத்தையும் விவரமாகக் கூறுவது இயலாது. ஏனெனில் அவற்றிற்கு அளவே இல்லை. ஒவ்வொரு விஞ்ஞானத் துறையிலும் அவற்றிற்கு ஆயிரக்கணக்கான உபயோ

கள் உண்டு. மேலே சொன்ன மூன்று முறைகளு... எப்படிக் கையாளப்படுகின்றன, சமீபகாலத்தில் பிரப... பட்டும் அளவுக்கு அவை பயன்பட்டுள்ள முக்கியமான... துறைகள் எவை—இவற்றை மட்டுமே இனிக் கூற... போகிறோம்.

7

உளவுகாட்டும் ஐஸடோப்புகள்
(டிரேஸர் ஐஸடோப்புகள்)

டிரேஸர் அல்லது உளவுகாட்டி என்றால் என்ன ?

முன் அத்தியாயத்தில் கூறியது போல, கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் கதிர்களை வெளிவிடும் தன்மை வாய்ந்தவை. அக் கதிர்களைக் கைகர் கௌண்ட்டர் (எண் கருவி) போன்ற கருவிகளால் கண்டுபிடித்து அளக்க முடியும். தவிரவும், கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள், கதிரியக்கமில்லாத அதே மூலகம் அல்லது ஐஸடோப்புகளின் இரசாயன இயல்பையே கொண்டிருக்கும். (உதாரணமாக, வெறும் ஸோடியம், கதிரியக்க ஸோடியம்—இரண்டும் ஒரேவித இரசாயனப் பண்புகளை உடையவை). ஆகவே, கதிரியக்க அணுக்களை, அதே வகையான, ஆனால் கதிரியக்கமில்லாத அணுக்களால் ஆன ஒரு பொருளோடு கலந்து விட்டால், அப் பொருளின் இரசாயன இயல்பு பாதிக்கப்படாது. கதிரியக்கம் காரணமாக, ஒரு பொருளில் நாங்களும் இருக்கிறோம் என்று தங்களையே காண்பித்துக் கொள்கிற காரியத்தைமட்டும் அவை செய்கின்றன. ஆகவே ஒரு பொருள் எப்படி இயங்குகிறது என்று கண்டுபிடிக்க, அதோடு கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளைக் கலந்தால் போதும். இந்தக் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் டிரேஸர்கள் அல்லது துப்பறியும் ஊழியர்களாக இயங்கி, அப் பொருளின் இயக்கத்தை நமக்குக் காட்டும்.

தொழிலில் டிரேஸர் அல்லது உளவுகாட்டும் ஐஸடோப்புகளின் பயன்

உதாரணமாக, எண்ணெய்த் தொழிலை எடுத்துக் கொள்வோம். இத்துறையில் உளவு காட்டும் [illegible] மாகக் கதிரியக்க ஐஸடோப்பு மிகவும் திறம்பட உ[illegible] வருகிறது. எண்ணெய்களைத் தொலைவில் [illegible] இடங்களுக்குக் குழாய்களின் மூலம் தான் பொது[illegible] அனுப்புகிற வழக்கம். ஒரே குழாயின் வழியாக [illegible] அனுப்புகிறார்கள். [illegible] வேறு எண்ணெய்களை அனுப்புகிறார்கள். [illegible] கும் எண்ணெய், டீசல் எண்ணெய், பெட்[illegible] முதலிய வெவ்வேறுவகை எண்ணெய்களை அ[illegible] ஒரே குழாய் வழியைத்தான் பயன்படுத்துகிறா[illegible] இரண்டு வெவ்வேறு எண்ணெய்களுக்கிடையே [illegible] யக்க பூஜ்யா ஆண்டிமனி—124 என்ற [illegible] சிறிது செலுத்திவிட்டால், குழாயில், எண்ணெய் [illegible] பொழுது எந்த எண்ணெய், எப்பொழுது வரு[illegible] என்று கண்டுபிடித்துவிட முடியும். அதைக்க[illegible] பிடிப்பதற்காக ஒரு [illegible] பக்கத்தில் [illegible] [illegible]

வெவ்வேறு எண்ணெய்கள் ஒன்றோடொன்று கலந்து விடாமல் உடனுக்குடன் குழாய்கள் தாமாகவே மூடிக் கொண்டு விடும். சில இடங்களில் இந்த வேலை முழுவதும் மனிதர்களே இன்றி, தானுகவே நடைபெறுகிறது. இந்தக் கதிரியக்க முறையால் எண்ணெய்த் தொழிலுக்கு ஆண்டுதோறும் 5 லட்சம் டாலர் மிச்சப் படுவதாகக் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.

இயந்திரங்களில் இயங்கும் பிஸ்டன் வளையங்கள் தேய்வதைக் கணக்கிடவும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. பிஸ்டன்கள் தேயும் அளவைக் கவனித்து, உயவு எண்ணெய்களை நல்ல தரமுள்ளவையாகப் பார்த்துப் பொறுக்கி வாங்க முடியும். இந்தப் பழக்கம் இப்பொழுது பரவலாக நிலைத்துவிட்டது. ஒரு எஞ்சினில் உள்ள பிஸ்டன் வளையங்களை முதலில் அணு உலையில் வைத்து, நியூட்ரான்களால் தாக்கி, கதிரியக்கம் உள்ளவையாகச் செய்கிறார்கள். அப்படித் தாக்கும் பொழுது, பிஸ்டன் வளையிலுள்ள இரும்பு அணுக்களில் சுமார் 100 கோடியில் ஒரு அணு வீதம் தான் கதிரியக்க [illegible]. (அதாவது இரும்பு-58 கதிரியக்க இரும்பு-59 ஆக மாறுகிறது. கதிரியக்கம் கொண்ட பிஸ்டன் [illegible] [illegible]

வளவு தேய்கிறது என்று சொல்லிவிட முடியும். ... டன் விளைவு எவ்வளவு பலமானது, உயவு என்ன ... கல்ல தரமுள்ளதா—இரண்டு கேள்விகளுக்கும் ... குறுகிய நேரத்தில் விடைகிடைத்துவிடும். முன் ... லாம், ஒரு மனிதன் அறுபது ஆண்டு உழைத்து ... நேரத்தைச் செலவிட்டு, பத்து லட்சம் டாலரும் செ... செய்து, கண்டுபிடிக்க வேண்டியிருந்த என் ... தேய்வுகளை, இப்பொழுது கதிரியக்க 'டிரேஸர்க ... மூலம் 35 ஆயிரம் டாலர் செலவில் நாலு ஆண்டு ... உழைப்பு நேரத்தில் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது.

டிரேஸர் என்ற கதிரியக்க உளவு காட்டிகள் ... தொழில்களிலும் பல வகையாகப் பயன் படுகின் ... சோப்புக்களையும், இரசாயன அழுக்கு நீக்கிகளை ... உற்பத்தி செய்யும் தொழில்களில் அந்தப் பொரு ... களின் தரத்தைக் கணக்கிட துணி மணிகளைக் க... யக்க உளவு காட்டிகள் கலந்த பொருள்களால் அ... காக்கி, பின்பு வெளுத்து, கண்டுபிடிக்கிறார்க... வெளுத்த பின்பு, கதிரியக்க "டிரேஸர்கள்" எ... அளவுக்கு நீக்கப்பட்டுள்ளன என்று கதிரியக்க ... களின் (மானி என்றால் அளக்கும் கருவி) மூ... அறிய முடியும். ஆகவே ஒரு சோப்பு அல்லது அ... நீக்கி எவ்வளவு தரமுள்ளது என்று உடனுக்குட... கணக்காக நிர்ணயிக்க முடிகிறது. இதே வித... சோதனைகளின் மூலமாக, கழுவும் இயந்திரங்களி... தரத்தையும் வாக்குவம் கிளீனர்கள் என்ற குப்பை... தூசியைப் பெருக்கும் சாதனங்களின் தரத்தைய... சோதிக்க முடியும்.

அதேபோல, மோட்டார்கார் கியர்களின் தேய்மை... யும், மோட்டார் கார்களில் உள்ள டிஸ்டிரி பியூட்... பகுதிகளின் தேய்வையும் டயர்களின் மேல் பரப்பின்

தேய்வையும் சரியாக அளந்து சொல்ல முடியும். முன் பெல்லாம், ரப்பர் டயர் தேயும் காலத்தைக் கணக்கிட ஆயிரக்கணக்கான மைலுக்கு மோட்டாரை ஓட்டி, பரீட்சை செய்தால்தான் பயனுண்டு. இப்பொழுதோ, சோதனை செய்யப்பட விருக்கும் டயரின் ரப்பரோடு துளி கதிரியக்க—பாஸ்பரம்—32 என்ற ஐஸடோப்பைக் கலந்தாலே போதும். சிறிது தூரம் காரை ஓட்டிச் சென்றதும், டயர் சற்றுத் தேய்ந்து, கார் ஓடின சுவட்டில் படிந்திருக்கும், அந்தச் சுவட்டைக் கதிரியக்க மானியால் அளந்தால், டயர் எவ்வளவு தேய்ந்துள்ளது என்று அறிய முடிகிறது.

வெட்டும் இயந்திரங்களின் தேய்மானம், தரைக்கு இடும் மெழுகின் தேய்வு—இவற்றைக் கணக்கிடவும் கதிரியக்க "டிரேஸர்கள்" உதவுகின்றன. பல வர்ணங்களைத் துணிகளின் மீது அச்சிடும் வேலைகளில் வேறு நிறங்கள் இடம் மாறிப் புகுந்து விகாரப் படுத்திவிடுவதுண்டு. அம்மாதிரி "கள்ள வர்ணங்கள்" புகாமல் காக்க, அடையாளமிடும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் பயன்படும். உராய்வினால் அன்றி இரசாயன அரிப்பின் மூலமாக உண்டாகும் தேய்மானங்களையும் அறியலாம். வாயுவால் இயங்கும் தெர்மல் (வெப்ப) மின் உற்பத்தி இயந்திரங்களின் தேய்மானத்தை கதிரியக்க—கந்தகத்தின் மூலமாக நிர்ணயம் செய்கிறார்கள். எஃகு ஆலைகளிலும், மற்ற ஆலைகளிலும் பெரிதாக எரியும் உலைக் கூடங்களின் சுவர்களில் உள்ள செங்கற்கள் தேய்வதையும் அறியக் கதிரியக்க—கோபால்ட்டை உபயோகிக்கிறார்கள்.

தண்ணீர்க் குழாய்களில் நீர்க் கசிவுகளைக் கண்டுபிடிக்க, கதிரியக்க— ஸோடியமும் கதிரியக்க அயோடினும் பயன்படுகின்றன. குழாய்க்குள் கதிரியக்க ஐஸ

போப்பைத் தூளி ஊற்றிவிட்டால், கதிரியக்கம் செ
லும் வழியைத் தொடர்ந்து காண முடியும். திடீரென்
ஓரிடத்தில் கதிரியக்கம் நின்றுவிடும். அதுதான் கசி
கிகழும் இடம். கட்டிடங்களில் சுவரின் உள்ளே
தரைக் குள்ளேயோ போகும் குழாய்களில் விரி
கண்டிருந்தால் இந்த மாதிரியாக அவற்றை கண்டுபி
கலாம். தரைகளையும் சுவர்களையும் இடித்துத்
விரிசல் உள்ள இடத்தைத் தேடிப் பிடிக்கவேண்
என்ற தொல்லைகள் இல்லை.

மேற் சொன்ன உதாரணங்களிலிருந்து, இ
யத் தொழில் உலகில் பல பிரச்னைகளைச் சமா
கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் எவ்வாறு உதவுகின்
என்பதைப் புரிந்து கொள்ளலாம். கதிரியக்க
டோப்புகள் தொழில்களுக்கு வேறு எவ்வெவ்
களில் உதவுகின்றன என்பதைப் பின் அத்தியா
களில் காண்போம்.

விவசாயமும் கதிரியக்க " டிரேஸர்களும் "

விவசாயத்திலும், உலகெங்கு முள்ள விவசா
எழுப்பியுள்ள பிரச்னைகளுக்குக் கதிரியக்க ஐஸடோ
கள் விடை தந்துள்ளன. முன்னைவிடச் சிறந்த
யில் உணவை உற்பத்தி செய்யும் வழிகளையும்
துள்ளன.

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் விவசாயத்தில்
வாகப் பயன்பட்டிருப்பது, உரங்களைப் பயிர்கள்
படுத்தும் முறைகளை ஆராய்ச்சி செய்வதில்தான்.
சாயத்திலேயே கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை முதல்
வாகப் பயன்படுத்திப் பரீட்சை செய்தது இந்தத்
யில்தான். ஆயினும் இன்றும், அதாவது எட்டு
களுக்குப் பிறகும், உரங்களைப் பயிர்கள் உட்கொள்

விதத்தைப் பற்றி அரிய தகவல்கள் மேன் மேலும் கிடைத்துக் கொண்டேயிருக்கின்றன.

பாஸ்பரம்—32 போன்ற கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை உரத்தில் கலந்து விட்டால், அவை மண்ணில் கலந்து, தாவரங்களின் ஊடே பரவுவதை கதிரியக்கக் கருவிகள் கண்டு சொல்லும். இந்த ஆராய்ச்சிகள் எந்தத் தாவரத்திற்கு எவ்வகை உரம் மிகவும் ஏற்றது, எவ்வளவு உரம் இடலாம், எங்கு, எந்தக் காலத்தில் இடவேண்டும்; என்று நிர்ணயமாக முடிவு செய்ய விஞ்ஞானிகளுக்கு உதவியிருக்கின்றன.

இந்த ஆராய்ச்சிகளில் கிடைத்த தகவல்கள் வேறு சில பிரச்னைகளுக்கும், விடையளிக்கும். பலரகப்பட்ட மண், பலவிதச் சீதோஷ்ண நிலைகள்—இவற்றில் எல்லாம் ஆராய்ச்சி நடத்த இத்தகவல்கள் உதவும். முன்பெல்லாம், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலத்தில் ஒரு பயிருக்கு ஒருவித உரம் எந்த அளவுக்கு இடவேண்டும் என்பதை மகசூலைப் பார்த்துத்தான் நிர்ணயிக்க முடியும். உரம் நன்றாக இட்டாலும் கூட, மழை, வெப்பம், நோய் முதலிய காரணங்களால் மகசூல் குறையலாம். போட்ட உரத்தின் பயன் என்ன என்று தீர்மானமாகக் கூற முடியாமல் போய்விடும். கதிரியக்க " டிரேஸர்கள் " மூலமாக, உரங்களின் தரத்தையும், இடும் முறைகளின் தரத்தையும், விரைவில் மதிப்பிட முடியும். ஆண்டுக் கணக்கில் காத்திருக்கத் தேவையில்லை. அமெரிக்க விவசாயிகள் உரம் வாங்க ஆண்டு தோறும் நூறு கோடி டாலருக்குமேல் செலவு செய்கிறார்கள். ஆகவே அவர்களுக்கு இந்த " டிரேஸர் " முறை மிகவும் பயனுள்ளதாயிருக்கும். இதே பணத்தைச் செலவிட்டு இன்னும் அதிக மகசூலைப் பெறக் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் வழிகோலியிருக்கின்றன.

[illegible]வைகள் எப்படி உரங்களை உட்கொள்கின்றன என்று முன்பெல்லாம் ஒருவகையாக ஆராய்ந்து வைத்திருக்கிறார்கள். ஆனால் "டிரேஸர்"களுடைய [illegible] அத்தகைய [illegible]களாகவும், அடியோடு [illegible] உதாரணமாக, வேரின் மூலம் மட்டுமே உரம் பயிருக்குப் போகிறது என்று [illegible] நம்பிக்கையாக இருந்து வந்தது. அதனால் உரங்களை [illegible] அடியைச் சுற்றிப் போட்டு வந்தார்கள். ஆனால் "டிரேஸர்"களின் மூலமாக ஒரு புதுச் செய்தி தெரியவந்தது. இலைகளின் மூலமும் சில தாவரங்கள் உணவை உட்கொள்ளுகின்றனவாம். எனவே உரத்தை இலைகளின் மீது தெளித்தாலே போதும். உரத்தின் அளவு மிச்சமாகும். பணமும் நேரமும் மிச்சமாகும்.

புகையிலைச் செடி வளரும் பருவத்தில், உரத்தில் உள்ள பாஸ்பேட்டுச் சத்தை உட்கொள்வதில்லை என்று கதிரியக்க டிரேஸர்ச் சோதனைகளின் மூலம் தெரிய வந்தது. ஆகவே, உரங்களில் பாஸ்பேட்டைக் கலப்பதைக் குறைத்து விட்டார்கள். இதனால் வட—கரோலினா மாநிலச் சாகுபடியாளர்களுக்கு ஆண்டுதோறும் ஒரு லட்சம் டாலர் மிச்சப் பட்டது. அதேபோல, [illegible] வளரத் தொடங்கும் முதற் பருவத்தில் தான் உரத்தில் உள்ள பாஸ்பேட்டை உண்ணுகிறது என்று கதிரியக்க டிரேஸர் சோதனைகள் அறிவித்தன. முதற்பருவத்திற்குப் பிறகு, மண்ணில் ஏற்கெனவே உள்ள பாஸ்பேட்டை மட்டும்தான் அவை உட்கொள்கின்றன. இதனால் நிலத்திற்கு எப்பொழுது பாஸ்பேட் உரமிடவேண்டியது என்றும் மகசூலை எப்படி அதிகப்படுத்துவது என்றும், உரத்தை எப்படி மிச்சப்

படுத்துவது என்றும், விவசாயிக்குத் தெரிந்துகொள்ள முடிந்தது.

மண்ணிலேயே இயற்கையான போஷகச் சத்துகள் உண்டு. எந்த அளவுக்கு அவை மண்ணில் இருக்கின்றன, எந்த அளவுக்குப் பயிர்களுக்குக் கிடைக்கின்றன, என்பவற்றைப் பற்றியும் கதிரியக்க டிரேஸர்களின் மூலமாக அறிய தகவல் கிடைத்துள்ளது. உதாரணமாக, ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டுச் சோள வயல்கள் மிகவும் வளமுள்ளவை. ஆனால் நிரந்தரமாக இந்த நிலங்கள் பயிருக்கு பாட்டாஷ் சத்தைத் தந்து கொண்டேயிருக்குமா என்பது பற்றிச் சந்தேகம் எழுந்திருக்கிறது பாட்டாஷ் சத்தைத் தரும் ஆற்றலை **கதிரியக்க—ருபிடியத்தின்** மூலமாக அளந்து அறிய முடியும். இந்த ருபிடியம் பாட்டாஸியத்தைப் போன்ற இரசாயனப் பண்புகளை உடையது. அதே சமயம் கதிரியக்க—ருபிடியத்தின் "அரை ஆயுள்" இன்னும் அதிகமானது. பொட்டாஸியத்தோடு அதைக் கலந்து விட்டால்; அது பொட்டாஸியத்தைத் தொடர்ந்து செல்லும். செல்லும் வழியும் அதன் கதிரியக்கத்தின் காரணமாக நமக்குத் தெரியும். நிலத்தைப் பண்படுத்துவது பற்றிய பல பிரச்சனைகளுக்கும் இது விடை தரும். இதேபோல. கதிரியக்க—கால்சியத்தை உபயோகித்து, ஆல்பால்பா போன்ற புற்கள் எப்படிக் கால்சிய சத்தை உட்கொள்கின்றன என்று அறியலாம். மண்ணிலுள்ள உயிர்ப் பொருள்கள் மட்டும் வேகத்தைப் பற்றியும், தாவரங்களுக்குப் போஷக சத்தாக அவை உதவும் முறைகளைப் பற்றியும் (கதிரியக்க கார்பன்—14 என்னும் ஐஸடோப்பால்,) அறிந்து கொள்ள முடிகிறது.

பயிர்களை அழித்து, நோய் பரப்பும் பூச்சிகளைத் தடுக்கும் முறைகள் திறமுள்ளவையா என்று காணவும் கதிரியக்க டிரேஸர்கள் உதவியுள்ளன. பயிர், விலங்கு, மனிதன், முதலிய அனைத்தையும் பாதிப்பவை இந்தப் பூச்சிகள். பூச்சிகள் எவ்வளவு தூரம் பறந்து பரவுகின்றன என்று காண பாஸ்பரஸ்—32, ஸ்டிரானேஷம்—89 என்னும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளையே பெரும்பாலும் பயன்படுத்துகின்றனர். பூச்சிகள் இடம் விட்டு இடம் குடியேறுவதையும் அவை திரும்பிவரும் காலங்களையும், குறிப்பிட்ட பருவங்களில் நீடித்த துயிலில் ஆழும் இடங்களையும் இதன் மூலமாக அறிய முடிகிறது. ஒளிவீசும் சாயப்பொருள்கள், வர்ண பொடிகள், போன்ற வேறு சில வழிகளாலும் முன்பெல்லாம் பூச்சிகள் பரவுவதை ஆராய்வது வழக்கம். ஆனால் தனித் தனியாகப் பூச்சிகளைப் பிடித்து, ஜாக்கிரதையாக ஆராய்ந்தால்தான் இந்த முறை பலனளிக்கும். ஆனால் கதிரியக்க டிரேஸர் முறை இந்த ஆராய்ச்சிகளை விரைவிலும், பலவகையிலும், திறம்படவும், நடத்த உதவுகிறது. பரிசோதனைப் பூச்சிகளின் மீது கதிரியக்க டிரேஸர்களைத் தூவியதன் மூலமாக வீட்டு ஈக்கள், விடுவித்த இடத்திலிருந்து, ஒரு மைல் சுற்றளவுக்குள்ளேயே பரவி உலவுகின்றன என்று தெரியவந்தது. பொதுவாக ஈக்கள் 2 முதல் 7 மைல் வரையில் பறந்தாலும், ஒரு மைலுக்குள்ளேயே சுற்றி உலவுவது அதிகம் என்ற உண்மை தெரிந்தது. ஆனால், வேறு சில ஈக்கள் (ப்ளோ ஈக்கள்) வீட்டு ஈக்களைவிட விரைவாகவும், அதிக தூரங்களுக்கும் பரவுகின்றன. ப்ளோ ஈக்கள் நோய் பிறக்கும் இடங்களையும் மனிதர் உண்ணும் உணவுகளையும் நாடும் இயல்புள்ளவையாதலால் சீதபேதி, டைபாய்ட் போன்ற நோய்களை அவை எடுத்துச்

செல்கின்றன என்று நிருபித்திருக்கிறார்கள். எனவே இந்த ஈக்கள் அதிகத் தூரம் பரவப் பரவ, மக்களின் ஆரோக்கியத்திற்குப் பெருங்கேடு விளையும்.

கரப்பான் பூச்சிகளின் மீது கதிரியக்க பாஸ்பரத்தைத் தூவி, அந்தப் பூச்சிகள் தண்ணீர்க் குழாய்களில் உள்ள தடுப்புகளைகூடக் கடந்து, வீடுகளுக்குள் புகுந்து குவிவதைக் கண்டிருக்கிறார்கள். அத்தகைய சோதனையில் ஒன்றில் சாக்கடைக் கரப்பானை உபயோகித்தார்கள். அப்பூச்சிகள், நெருக்கடி அதிகம் மாறினாலோ, அல்லது சாக்கடை நீரைத் தள்ளினாலோ, அவ்விடத்தை விட்டு அகன்று 200 அடி தூரம் வரை பரவி விடுகின்றன என்று அந்தச் சோதனையின் மூலமாகத் தெரிய வந்தது.

விலங்குகளின் போஷகப் பொருள்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியிலும், விலங்குகளின் உடற்கூறு ஆராய்ச்சியிலும், (தாவர உடற்கூற்றைப் பல விதங்களில் இது ஒத்திருக்கிறது) இந்த டிரேஸர் முறை மிகவும் பயன்பட்டிருக்கிறது. விலங்குகளின் உடற்கூற்றை ஆராய டிரேஸர்களைப் பயன் படுத்தும் முறை, மனித உடற்கூறு, இயக்கம் ஆகியவற்றுக்குப் பயன்படுத்தும் முறையைப் போலவே இருக்கிறது.

தாது உப்புக்களின் இயல்பைப் பற்றியும் கதிரியக்க—கார்பன் சோதனைகள் அரிய தகவல்களைத் தந்துள்ளன. முக்கியமாக, நுண்போஷகப் பொருள்கள் என்று கூறப்படும் சில இன்றியமையா உணவுவகைகளைப் பற்றிச் சில அரிய செய்திகள் கிடைத்துள்ளன. உதாரணமாக, வைட்டமின் பி—12 என்பது சில பிராணிகளுக்கு மிக முக்கியமான தேவை. குன்னெலிய அளவு அந்தச் சத்து இருந்தாலே போதுமானது. வைட்டமின் பி—12 ஆகவில் கோபால்ட்டு என்ற இரசாயனம் இருப்ப

... கோபால்ட்டுப் பற்றுக் குறையால் ... ஆடு மாடுகள் ... பி—12 தான் அவற்றிற்குத் ... பொருத்தி ... எழுந்தது. கதிரியக்கக் கோபால்ட் ... பிராணிகளுக்கு வாய் மூலமாகக் கோபால்ட்டைக் ... பி—12 ஆடு மாடுகளின் ... தயாரிக்கப்படுகிறது என்று ... ஆகவே, கோபால்ட்டை வாய் ... கோபால்ட்டின் பற்றுக்குறையால் ... பிராணிகளுக்கு நன்மை உண்டாகும் என்று தெரிந்தது.

பிராணிகளின் உடலுக்குள் இரசாயன இயக்கம் ... நிகழ்கிறது. உட்கொள்ளும் உணவிலிருந்து இந்த இரசாயன நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. இவற்றை ஆராயவும் கதிரியக்க "டிரேஸர்கள்" பயன்படுகின்றன. ஆல்பால்பா என்ற புல்லைத் தின்னும் ஆடுகள் அதிலுள்ள பாஸ்பாசத்தில் ஐந்தில் ஒரு பங்கைத்தான் சீரணிக்கின்றன என்று வெகுகாலமாக நம்பினார்கள். ஆனால் கலிபோர்னியாவில் சமீபத்தில் நடந்த கதிரியக்க டிரேஸர் சோதனைகளின் மூலமாக ... பாஸ்பாசத்தை அந்தப் புல்லிலிருந்து ஆடுகள் சீரணிக்கின்றன என்றும், அசைபோடும் பிராணிகளுக்கும் ... அளிக்கும் உணவுகளில் ஆல்பால்பா மிகச் சிறந்த உணவு என்றும் கண்டனர். [illegible]

கிறது. ஆனால் முட்டை ஓட்டின் பெரும்பகுதி, கடைசி நாளில் உட்கொண்ட உணவின் கால்சியச் சத்திலிருந்தே உருவாகிறதாம். கதிரியக்க டிரேஸரின் மூலம் வெளியான உண்மை இது.

ஒளிச் சேர்க்கை ஆராய்ச்சி

தாவரங்களில் ஒளிச் சேர்க்கை என்னும் அதிசயம் நிகழ்வது யாவருக்கும் தெரிந்த செய்தி. பச்சைத் தாவரங்கள், காற்று, நீர், சூரிய ஒளி, ஆகியவற்றைச் சர்க்கையாகவும் மாவுப் பொருளாகவும் மாற்றும் முறைக்குத்தான் ஒளிச் சேர்க்கை (போட்டோ ஸிந்தெஸிஸ்) என்று பெயர். இதன் பயனாகத்தான் உலகிலுள்ள ஜீவராசிகளுக்கெல்லாம் உணவு கிடைக்கிறது. சமீப காலம் வரை இந்த ஒளிச்சேர்க்கை யாருக்கும் விளங்காத புதிராகவே இருந்து வந்தது. இன்றுகூட, அதில் நிகழும் எல்லா இராசயன மாறுதல்களையும் விஞ்ஞானியால் புரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. ஆயினும், டிரேஸர் ஆராய்ச்சிகள் முக்கியமாக கதிரியக்கக் கார்பன்—14ஐக் கொண்டு நடத்தும் ஆராய்ச்சிகள், இந்த முறையில் நிகழும் அதிசயங்களில் சிலவற்றை வெளிப்படுத்தி வருகின்றன. விஞ்ஞான அறிவு என்னும் பெருவழியில் மனிதன் மேலும் முன்னேற இந்தப் புதிய செய்திகள் உதவி செய்யும்.

மருத்துவமும் டிரேஸர்களும்

மருத்துவத் துறையில், நோயை எதிர்த்துப் போராடும் புதிய ஆயுதமாக கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் டாக்டர்களுக்கு உதவுகின்றன. சிறு அளவில், கேடு விளைக்காத அளவில், கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை உள்ளுக்குக் கொடுத்தால், ஒரு மனிதன் எவ்வித

நோயால் வருந்துகிருன் என்பதை டாக்டர்கள்
கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. கண்ணுடிக் குழாயில்
பதுபோல, டிரேஸர் ஐஸடோப்பு உடலுக்குள் செ
சஞ்சரிப்பதை வைத்தியரால் காண முடிகி
இன்று பலவித ஐஸடோப்புகளை வாய் மூலமோ,
களின் மூலமோ, செலுத்தி நோயைக் கண்டுபிடி
முயலுகிருர்கள். நூற்றுக் கணக்கான மருத்
நிலையங்களில் இம்முறை இன்று கையாளப்படுகி
ஏனைய மருத்துவ சாதனங்களைப்போல, இதுவும்
நிரந்தர சாதனமாக இன்று நிலைத்து வருகிறது.
முறைகள் நோயைக் கண்டுபிடிக்கும் சாதனங்கள
நிலைபெற்று விட்டன. வேறு சில, இன்னும் பரி
தனை அளவில்தாம் உள்ளன. கதிரியக்க ஐஸடோ
களை மருத்துவத்தில் உபயோகிப்பது சில ஆண்டுகள
கத்தானே நடந்து வருகிறது! எனினும், எத்தனையோ
சோதனை முறைகள் இன்று உருவாகி விட்டன.
மிகவும் சிக்கலானவை. சாதாரண மக்களுக்குப் புரியு
படியாகச் சொல்வது கடினம். ஆகவே, சிலவற்றை
மட்டும் இங்கே கவனிப்போம்.

ஒரு விளக்கம் இப்பொழுது தேவையாயிருக்கிறது.
கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் தோன்றுவதற்கு முன்பே
உயிரியல் ஆராய்ச்சிகளுக்கு "உளவு காட்டும்" டிரே
ஸர் முறை பயன்பட்டு வந்துள்ளது. சாயங்களையும்
வேறு சில பொருள்களையும் உள்ளுக்குக் கொடுத்து
மனித உடலுக்குள் உள்ள ஒரு பொருளைக் காண
முயன்றிருக்கிருர்கள். ஆனுல் இந்த முறையில் இரண்டு
குறைகள் உண்டு. ஒன்று, எந்தப் பொருளை ஒரு சாயம்
அல்லது சாதனம் தொடர்ந்து செல்கிறதோ, அது
அந்தப் பொருளினின்றும் மாறுபட்டது. ஆகவே,

அதே இராசயன வழிகளைத்தான் அதுவும் பற்றிச் செல்லும் என்று நிச்சயமாகக் கூறுவதற்கில்லை.

இரண்டாவதாக, தொடரும் பொருளை அதிக அளவுக்கு உபயோகிக்க வேண்டும். அப்படி உபயோகிக்கும்போது, பரிசோதனையின் தரமே பாதிக்கப்படலாம். கதிரியக்க டிரேஸர்களில் இந்தக் குறைகள் இல்லை. எந்தப் பொருளை ஒரு க. சி. டிரேஸர் தொடர்கிறதோ, அதே அளவுதானிருக்கும் அந்த டிரேஸரும், அதே இனத்தைச் சேர்ந்ததாகவும் அது இருக்கும். இரசாயனப் பண்பிலும் மாறுபட்டிராது. உடலில் உள்ள ஸோடியம், வெறும் ஸோடியமாக இருந்தாலும், கதிரியக்க ஸோடியமானுலும், ஒன்றுதான். நமது உடல் இரண்டையும் ஒரே மாதிரியாகத்தான் பாராட்டும், நடத்தும். ஆகவே கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் "இயற்கையான" டிரேஸர்கள் என்று சொல்லலாம். உடல் இயக்கங்களில் சாதாரண அணுக்களைப் போலவே அவை செயல் படுகின்றன. இவை இரண்டுக்கும் உள்ள ஒரே வித்தியாசம் என்னவெனில், இந்த டிரேஸர்களுக்குக் கதிரியக்க சக்தி இருக்கிறது. அந்தக் கதிரியக்கக் குறிகளை கருவிகளின் மூலமாகக் கண்டுபிடிக்க முடியும் என்பதுதான்—

ஒரு முறையை விவரமாக விளக்கிச் சொன்னுல் புரியும். டிரேஸர் முறைகளில் மிகவும் பிரபலமான முறை தைராய்டுக் கோளாறுகளைக் கண்டு பிடிக்க உபயோகமாகும் முறைதான். அதைக் கூறிவிட்டு, வேறு சில முறைகளையும் பார்ப்போம்.

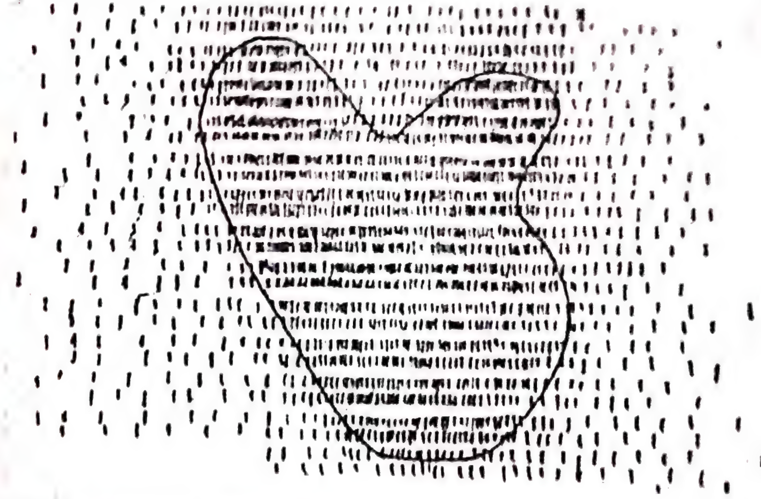
மனித உடலில் தேங்கியுள்ள "அயொடின்" என்னும் பொருளில் பெரும் பகுதியைத் தைராய்டு-சுரப்பி எடுத்துப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. ஆகவே

[illegible] கதிரியக்க அயோடின் [illegible] [illegible] ஏற்படுவதுமுண்டு.

[illegible] இது மிகவும் [illegible] இயக்கம் அளவு[illegible] தைராய்டு என்னும் [illegible] கழுத்தில் வீக்கம் கா[illegible] [illegible] இந்த நோயை நாம் [illegible] [illegible]. இந்நோய்க்குக் காரணம், தைராய்டு—[illegible] அளவுக்கு மீறி அயோடினை உபயோகித்துக் கொ[illegible] தேவையான அளவுக்குக் குறைவாக [illegible] வதுதான். [illegible] உபயோகிக்கும் நோயாளிகளையும் நாம் பார்க்க முடியும். இரண்டுமே நல்லதல்ல. ஒரு நோயாளியின் தைராய்டு சுரப்பி எவ்வளவு அயோடினை உபயோகிக்கிறது என்று அறிய, கதிரியக்க அயோடினைச் சிறு அளவு நோயாளியின் உள்ளுக்குக் கொடுத்துக் கதிரியக்க மானியின் உதவியை நாடுகிறார் பயிற்சி பெற்ற டாக்டர். பல மருத்துவ நிலையங்களும் தனிப்பட்ட வைத்தியர்களும் இம்முறையைத் தற்போது பரவலாகக் கையாண்டு வருகிறார்கள். கதிரியக்க அயோடின் கலந்த நீரை நோயாளி உட்கொள்ளக் கொடுக்க வேண்டும். உட்கொண்டதும், கதிரியக்க மானியை நோயாளியின் தொண்டையின் மீது வைத்தால், கதிரியக்கத்தை அளந்து சொல்ல முடியும். இப்போது, தேவையான அளவுக்கு “டிரேஸர்” அடைத்த ஜெலடின் மாத்திரைகளை நோயாளியை விழுங்கச் சொல்கிறார்கள். இது இன்னும் எளிதான முறை.

நோயின் நிலைமை என்ன என்று அறியவும், இரண வைத்தியம் எப்படிச் செய்யலாம் என்று திட்டமிடவும், நோய்க்கு இலக்கான உறுப்பின் (தைராட் சுரப்பியைப் போன்ற) அளவையும் உருவத்தையும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். தக்க மருந்து தருவதற்குக்கூட உறுப்பின் அளவைத் தெரிந்து கொள்வது அவசியம்.

இதற்கு “ஸ்கானர்” என்ற கதிரியக்க [illegible] ஒரு டோஸ் (ஒரு வேளை மருந்து) உள்ளுக்குக் கொடுத்துவிட்டு, கதிரியக்க மானியை நோயாளியின் கழுத்தின்மீது நகர்த்திக் கொண்டே போனால், கதிர் வீச்சு இயங்கும் தன்மை தெரியும். அதன் மூலமாகத் தைராய்டு—திசுக்களைச் சுற்றி ஒரு கோடு வரைந்து விடலாம். கதிரியக்க மானியின் புது மாதிரிகளில் ஒரு பேனா வைக்கப்பட்டுள்ளது. அது ஸ்கானரின் துடிப்புகளைப் பெருக்க ஒரு படமாக வரைந்து விடும். இறுதியில் தைராய்டு சுரப்பியின் உருவமே படமாகக் கிடைத்து விடுகிறது. இந்த 19-ம் படத்தைப் பாருங்கள்.



தைராய்டு சுரப்பியின் ஒரு ஸ்கானின் படம்

இவ்வாறு, விவரமான வரை படங்களைத் தயாரித்துக் கொண்டால், ஒரு தேர்ந்த டாக்டர், சுரப்பியின் எந்தப் பகுதிகள் சரியாக வேலை செய்யவில்லை, எந்தப் பகுதிகள் அளவுக்கு மீறி இயங்குகின்றன என்பதைக் கண்டு பிடிக்க முடியும்.

[illegible]

என்று பொதுவாக இதற்குப் பெயர். அலர்ஜியில் எத்தனையோ வகைகள் உண்டு. அவற்றை ஆராய கதிரியக்க—கார்பன் பயன்பட்டு வருகிறது. சுருங்கச் சொன்னால், தினந்தோறும் கதிரியக்க டிரேஸர்களில் புதிய புதிய முறைகளை உருவாக்கிக் கையாண்டு வருகின்றன, மருத்துவ உடற்கூறு ஆராய்ச்சிகள். நோயை அறவே நீக்க வேண்டும் என்று மனிதன் காணும் கனவு நிறைவேற இந்த முன்னேற்றம் கை கொடுத்து வருகின்றன.

உயிர்ப்பொருள்களின் கால நிர்ணயம்

டிரேஸர்களைப் பற்றிக் கூறும் இந்த விளக்கத்தை முடிக்குமுன், டிரேஸரின் இன்னொரு பயனையும் இங்கே சொல்ல வேண்டும். இந்த அத்தியாயத்தில் எடுத்துக்கொண்ட பொருளுக்கும் இதற்கும் தொடர்பு ஏதும் இல்லாவிட்டாலும், இதைத் தெரிந்து கொள்வது நல்லது. கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் எவ்வளவு பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. அவற்றைக் கையாளும் விஞ்ஞானிகள் எவ்வளவு திறமையுடன் பணியாற்றுகிறார்கள் என்பதையும் இது நமக்கு உணர்த்தும். ஒரு காலத்தில் உயிர் வாழ்ந்து மடிந்துபோன பொருள்களின் காலத்தை நிர்ணயிக்க, கதிரியக்க-கார்பன்-14 [illegible]

களும் பிராணிகளும் காற்றின் மூலமும் உணவின் மூ...
மும் அதை உட்கொள்ளுகின்றன. ஆனால் ஒரு உயிர்
இறந்ததும், அது காற்றையோ, உணவையோ உட்
கொள்வதும் நின்று விடுகிறது. ஆதலால், கார்பன்;
கதிரியக்க-கார்பன் எதுவும் அதன் உடலுக்குள் இனிச்
செல்லாது. கதிரியக்க-கார்பனின் "அரை ஆயுள்"
சுமார் 5600 ஆண்டுகளாகும். மிக நீண்ட காலம்தான்.
ஆகவே, பண்டு வாழ்ந்து மடிந்துபோன தாவரங்களும்
உயிர்களும் எத்தனை காலத்திற்கு முன் உயிரோடிருந்
தன என்பதை, அந்தப் பொருள்களில் இன்னும்
நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும் கதிரியக்கத்தை ஆராய்ந்து
டாக்டர் லிப்பியும் மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்களும் கணக்
கிட்டிருக்கிறார்கள். எனவே புராதனப் பொருள்களைத்
தோண்டி எடுக்கும் தொல்பொருள் ஆராய்ச்சியினருக்கு
இந்த டிரேஸர் முறை ஒரு வரப் பிரசாதம் என்று
சொல்லவா வேண்டும்? எகிப்து போன்ற பழைய நாடு
களில் ஒரு மம்மியை [பழைய காலத்தில் பாடம்பண்ணி,
பத்திரப் படுத்தப்பட்ட உடலுக்கு மம்மி என்று பெயர்.
எகிப்து மன்னர்களின் மம்மிகளைப் பல ஆயிரம்
ஆண்டுகட்குப் பிறகு இன்னும் காணலாம்] மண்ணி
லிருந்து ஓர் ஆராய்ச்சியாளர் தோண்டி எடுக்கிறார்
என்று வைத்துக் கொள்வோம். கதிரியக்க—கார்பன்
டிரேஸரின் மூலமாக, அந்த உடல் எவ்வளவு காலத்
துக்கு முன் உயிருடன் உலவிற்று என்று அவரால்
கண்டுபிடித்துக் கூற முடியும்.

8

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் ஊடுருவாற்றல்

எக்ஸ்-ரேக்குப் பதிலாக உதவும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள்

அணுசக்திக் குழுவினரான வில்லார்ட் எப்-லிப்பி நிகழ்த்திய உரையொன்றில் பின்வருமாறு கூறினார்.

"அணுவைப் பிளந்ததனால் நமக்கு வேறு எவ்வித நன்மையும் கிடைக்கவில்லை என்று வைத்துக் கொண்டாலும், ஐஸடோப்புகள் கிடைத்தது ஒன்றே பெரும் பேறு ஆகும். நம்முடைய அணுசக்தித் திட்டங்களுக்காக நாம் செலவழித்திருக்கிற பெரும் செலவு, நாம் செய்த முயற்சிகள்—எல்லாவற்றிற்கும் கைம்மாறாக நமக்கு இந்த ஐஸடோப்புகள் கிடைத்துள்ளன" என்றார் லிப்பி.

கதிரியக்க டிரேஸர்களால் எவ்வளவு பணம் மிச்சம் ஆகிறது, எவ்வளவு நன்மைகள் கிடைக்கின்றன, என்பதையெல்லாம் இதுவரை பார்த்தோம். ஒரு துறையிலும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் உதவியிருக்கின்றன. பணம், காலம், உழைப்பு, இவை எல்லாம் அங்கும் மிச்சப்பட்டிருக்கின்றன. மனிதனுக்குப் பெரும் நலமும் கிட்டியுள்ளது. எக்ஸ்-ரேக்குப் பதிலாக, பொருட்களை ஊடுருவி, படம் எடுக்கும் துறையில்தான் இந்த நலங்கள் தோன்றியுள்ளன.

சில கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளினின்றும் வெளிப்படும் **கம்மா** கதிர்கள், இரும்பு வார்ப்புகள் போன்ற கனமான பொருள்களையும் ஊடுருவிச் செல்லக் கூடியவை எந்தப் பொருளைக் கம்மாக் கதிர் ஊடுருவுகிறதோ, அந்தப் பொருளிலேயே கதிரியக்கம் உண்டாகி விடுவதால், கம்மா கதிர்களில் சில முன் செல்லாமல் தடைப்படலாம். கதிர்கள் பாயும் வேகம் மாறுமல் இருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். அப்போது, எவ்வளவு தூரம் அது ஊடுருவுகிறது என்பது, ஊடுருவப்படும் பொருளின் கனத்தையும் அடர்த்தியையும் பொறுத்திருக்கும். பொருளில் உள்ள குறைபாடுகளும் ஊடுருவிச் செல்வதைப் பாதிக்கலாம். ஒரு பொருளை கம்மா கதிர்கள் ஊடுருவுமாறு செய்து, அந்தப் பொருளுக்கு அப்பால் ஒரு புகைப்படத் தகட்டை வைத்தால், கதிர்கள் பொருளை ஊடுருவி புகைப்படத் தகட்டின் மீது பதிவாகும். எக்ஸ்-ரேயிலும் இதேதான் நிகழ்கிறது. உலோக வார்ப் படங்களிலும், இணைப்புகளிலும் உள்ள குறைகளைக் கண்டு பிடிக்க, இதுவரை பலகாலும், ரேடியத்தையே உபயோகித்து வந்தார்கள். ரேடியம் கொள்ளை விலை. அதற்குப் பதிலாக ஐஸடோப்புகளை உபயோகிப்பது செலவை மட்டுப் படுத்தியிருக்கிறது. திறமையிலும் இவை ரேடியத்துக்கு நிகரானவை. உதாரணமாக கோபால்ட்டு = 60, ஸீஸியம்—137, இரிடியம்—192, ஆகியவற்றை இப்பொழுது ரேடியத்துக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்துவதால், சிக்கனம், திறமை—இரண்டும் கைகூடியுள்ளன. 100 டாலர் பெறுமானமுள்ள கோபால்ட்டு—60-க்கு, 20,000 டாலர் பெறுமானமுள்ள ரேடியத்தின் ஊடுருவும் சக்தி அத்தனையும் உண்டு. அதுமட்டு மில்லை. ரேடியம் ஊடுருவாத

கனமான எஃகுப் பொருள்களையும் கூடக் கோபால்ட்டு—60 ஊடுருவும்.

இப்பொழுது "ஸார்டாப்" என்ற சாதனம் ஒன்றை அமைத்திருக்கிறார்கள். உலோகங்களிலும் உலோகப் பொருள்களிலும் ஏற்பட்டுள்ள குறைகள் பத்து லட்சம் கன அங்குலத்தில் ஒரு பங்கு இருந்தாலும்கூட, அதை இந்தச் சாதனம் கண்டுபிடித்து விடும் என்று அதைத் தயாரிப்பவர்கள் கூறுகிறார்கள்.

மோட்டார் கார்களின் பிஸ்டன் பூண்கள், விமான எஞ்ஜின் வால்வுகள், உலோகத் தகடுகளின் சீரான கனம்—இவற்றைச் சோதனை செய்யவே பெரும்பாலும் இப்போது இந்த "ஸார்டாப்" பயன்பட்டு வருகிறது. ஸார்டாப்பில் உள்ள முக்கியமான பகுதிகள் இவைதாம், (1) கம்மாக் கதிர்களை வீசும் கதிரியக்க ஐஸடோப்பு (கோபால்ட்—60, அல்லது இரிடியம்—192) அடங்கிய ஒரு கைப்பிடி, (2) கம்மா கதிரைக் கண்டுபிடிக்கும் டிடெக்டர் என்னும் கருவி, (3) பதிவு செய்யும் ஒரு எலெக்டிரானிக் கருவி. கம்மாக் கதிர்கள், சோதனைக்குள்ளான உலோகத்தை ஊடுருவிப் பாய்ந்ததும், அவற்றை டிடெக்டர் என்ற கண்டு பிடிக்கும் கருவி வாங்கிக் கொள்கிறது. மூன்றாவது கருவி கதிர்வீச்சில் தோன்றும் மாறுபாடுகளைக் கண்டு, பதிவு செய்கிறது. உலோகத்தில் உள்ள குறையும், உலோகப் பருமனில் ஏற்பட்டுள்ள மாறுபாடுகளும் இதன் மூலம் தெரிகின்றன.

ஸார்டாப் என்பது சிறு கோணக் கதிர் வீச்சைத் தெரிந்து குறித்தல் என்று பொருள்படும் ஆங்கிலச் சொற்களின் முதல் எழுத்துக்களின் தொகுப்பாக அமைந்த குறியீட்டுச் சொல்.

பருமனே அளக்கும் கருவிகள்

கம்மா—கதிர்களே வீசும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளைப் போல, பீட்டா—கதிர்களே வீசும் ஐஸடோப்புகளும் உண்டு. பீட்டா கதிர்களுக்கு அவ்வளவு பலம் கிடையாது. ஊடுருவும் ஆற்றலும் குறைவு. ஆனல், இவையும் பெருவாரியாகப் பயன்படுகின்றன. இன்று கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளேக் கையாளும் 1200 தொழில் நிறுவனங்களில் 200 கம்பெனிகள் பீட்டா—பருமன் அளக்கும் கருவிகளே உப்யோகித்து வருகின்றன. ரப்பர், பிளாஸ்டிக், உலோகத் தகடு, முதலிய பொருள்களின் கனத்தைச் சீராக்குவதற்காக, பீட்டா-கருவிகளேக் கையாளும் கம்பெனிகள் ஆண்டுதோறும் ஒரு லட்சம் டாலர் மிச்சம் காண்பதாக அணுசக்திக் குழுவைச் சேர்ந்த ஜோஸப் காமெல் சமீபத்தில் மதிப்பிட்டார்.

உற்பத்தி செய்யும்போதே மேற்சொன்ன பொருள்களின் பருமனே எப்பொழுதும் கண்காணித்து வர வேண்டும் என்ருல், அப்பொருளின் ஒரு புறத்தில் கதிர் வீசும் கருவியையும், வேறு புறத்தில் கதிரியக்க மானியையும் பொருத்திவைக்க வேண்டும். பருமனில் துளி மாறுதல் ஏற்பட்டால்கூட இக் கருவிகளின் உதவியால் உடனே கண்டு பிடித்துத் தாஞகவே திருத்திக் கொள்ளும்படி செய்ய முடியும். தேவைக்குமேல் ஓர் இடம் பருமஞக இருந்தால், கதிர்கள் அதிகமாக உள்வாங்கப்பட்டு, வெளியே வரும் கதிர்களின் எண்ணிக்கை குறையும். அதைப்போலவே, பருமன் தேவைக்குக் குறைவாக இருந்தால், அதிகப்படியான கதிர்கள் ஊடுருவி வெளிவரும்.

தொழிற் துறையில் ஒரு முக்கியமான வேலே, உற்பத்தியான சாமான்களே அடக்கமாகவும், அழகாகவும் பெட்டிகள் அல்லது டப்பாக்களில் வைத்துக் கட்டுவது—கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் ஊடுருவும் சக்தி வாய்ந்தவையாதலால், மூடிய பெட்டிகள், பைகள், டப்பிகள், அட்டைப் பெட்டிகள், முதலியவற்றுக்குள் எந்த அளவுக்குச் சாமான்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்று கணக்காக அறிய முடியும். மிக வேகமாகப் பொருள்களே அடக்கித் திணிக்கும் வேலேயிலும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் மிகவும் உதவும். உதாரணமாக, சிகரெட் தொழிலேப் பார்ப்போம். ஒரு சிகரெட் நல்ல தரமுள்ளதா என்று கண்டுபிடிக்க அதன் எடை ஒரு குறிப்பாகும். சிகரெட் லேசாக இருந்தால், அதில் புகையிலே அதிகமாக இல்லே என்று அர்த்தம். அது வேகமாக எரிந்து விடும், தேவைக்குமேல் புகையிலேயை அடைத்து விட்டாலும் உற்பத்திக் கிரயம் கூடி விடும். சிகரெட் உற்பத்தியில் ஆகும் செலவில் 90 சதவிதம் புகையிலேக்குத்தான் போகிறது. ஆகவே ஒரே சீராகச் சிகரெட்டுகளில் புகையிலேயை அடைக்க அடர்த்தியை அளக்கும் கதிரியக்க ஐஸடோப்பை உபயோகிக்கலாம். ஸ்ட்ராண்டியும்-90 என்ற கதிரியக்க ஐஸடோப்பின் கதிர் வீச்சின் உதவியால் ஒரே சீராகப் புகையிலேயை அடைத்துவர முடியும்:

திரவங்கள் ஏறிஇறங்கும் மட்டங்களின் அளவைக் காணவும் கதிரியக்கம் பயன்படுகிறது. ஒரு நிலேயான இடத்தில் கதிர் வீசும் கருவியைப் பொறுத்தி, இதைச் செய்ய முடியும். உதாரணமாக, ஒரு திரவப் பொருள் அடங்கிய தொட்டி அல்லது பாத்திரத்தின் ஒரு பக்கத்தில் கதிர் வீசும் கருவியை மாட்டி, கதிரைப் பாய்ச்சிஞல், எதிர்ப் பக்கத்திலுள்ள கதிரியக்க மானி அளந்து சொல்லும். திரவம் ஒரு மட்டத்திற்கு மேல் ஏறிஞல், கதிர்கள் தடைபட்டுக் குறைந்துவிடும். உருக்கின

உலோகங்களைக் கொட்டும் பாத்திரங்களில் எந்த அள வுக்கு உலோகக் குழம்பு ஏறியிருக்கிறது என்று கண்டு அளக்கவும் இந்த முறை மிகவும் உதவியாயிருக்கும்.

பனி பெய்தலை அளக்க

வானிலை ஆராய்ச்சியாளர்களும் அணுசக்தியின் பெருமையைக் கண்டு கொண்டு விட்டனர். வானிலை முன் அறிவிப்புக்களை சரியாக வெளியிடக் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் இப்பொழுது உதவுகின்றன. ஆதலால் சாதகமான வானிலையையோ, பாதகமான வானிலை யையோ, முன்கூட்டியே அறிந்து ஏற்றவாறு நடந்து கொண்டு பயன்படுத்திக் கொள்ள முடியும். கதிரியக்க டிரேஸர்களின் மூலம், மேகம், மூடு பனி, மூடுபனியும் வாயுக்களும் கலந்த "ஸ்மாக்" என்ற மூட்டம்—இவை களைப்பற்றி இப்பொழுது ஆராய்ச்சி நடந்து வருகிறது. பனியில் உள்ள ஈரத்தை அளப்பதில் கதிரியக்க ஐஸடோப் மிக மிக உதவியாயிருக்கிறது; மிகவும் எளிய முறை அது. மாதிரிக்காக பனிக்கட்டிகளைக் கொண்டு வர மலைகள்மீது ஏறி அல்லற்படத் தேவை யில்லை. ஒரு காங்கிரீட் கட்டியில் ஒரு துளி கோபால்டு —60 ஐப் புதைத்து, மலை உச்சியில் வைத்து விடுகிறார் கள். காங்கிரீட் கட்டிக்கு நேர் மேலாக ஒரு கதிரியக்க மானியும் ஒரு ரேடியோச் செய்தி-அனுப்பும் சாதனமும் தொங்க விட்டிருக்கும். கீழேயுள்ள கோபால்ட்டு—60- லிருந்து வெளியாகும் கதிர் வீச்சைக் கதிரியக்க மானி அளந்து பதிவு செய்யும். உடனே அந்த கிளிக் ஓசை கள் ரேடியோவின் மூலம் கீழே பள்ளத்தாக்கில் உள்ள ஓரிடத்துக்கு ஒலிபரப்பாகும். பனியின் ஊடே கதிர்கள் துளைத்துச் செல்லும் அளவு பனியில் உள்ள ஈரத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. எனவே, பனி உருகும்பொழுது

மலைச் சரிவில் தண்ணீர் எந்த அளவுக்குப் பாய்ந்து விழும் என்பதைக் கீழேயுள்ள வானிலை நிபுணர்கள் மிக மிகச் சரியாக அறிந்து முன் அறிவிப்புக்களை வெளி யிட முடியும். பள்ளத்தாக்கில் வாழும் ஒரு விவசாயி தன் நிலத்திற்கு எவ்வளவு தண்ணீர் பாயும் என்று தெரிந்து கொள்வான். தண்ணீரின் அளவுக்கு ஏற்ற படி, எந்தப் பயிரை விதைக்கலாம், எந்த அளவுக்குப் பயிர் செய்யலாம், என்று முன்கூட்டியே தயார்செய்து கொள்ள முடியும்.

இடத்திற்கு இடம் தூக்கிச் செல்லக்கூடிய எக்ஸ்ரே இயந்திரம்

எக்ஸ்-ரே படங்களுக்குப் பதிலாக மருத்துவத் துறையில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் நோயைக் கண்டு பிடிக்க மிக மிக உதவி செய்கின்றன, ஆர்கான் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் அமைக்கப்பட்டு, இப்பொழுது லிட்டன் ஸ்தாபனம் போன்ற கம்பெனிகளால் வியாபார அளவில் உற்பத்தி செய்யப்படும் தூலியம் எக்ஸ்-ரே சாதனங்கள் இப்பொழுது மிகவும் பயன்படுகின்றன. தனித்துள்ள இடங்களுக்கும் அவசரக் கேஸ்களைக் கவனிக்கவும், மிக்க கவனமும் பெரிய அளவுமுள்ள எக்ஸ்-ரேச் சாதனங்களைத் தூக்கிச் செல்ல முடியாது. அத்தகைய இடங்களுக்கு இந்தத் தூலியம் சாதனத்தை எளிதாக எடுத்துச் செல்லலாம். பரிசோதனைக்காக செய்யப்பட்டுள்ள தூலியச் சாதனம் மிகவும் சிறியதாக இருக்கும். 10 அங்குல நீளமும் 4 அங்குலக் குறுக்கள வும் கொண்ட உருளையான ஒரு ஈய டப்பாதான் அது. தூக்கிச் செல்லக் கூடியபடி அதற்கு ஒரு பிடியும் உண்டு. உருளைக்குள் கதிரியக்க-தூலியம் 170 வைக் கப்பட்டிருக்கும். அதன் மேல், அதாவது உருளையின்

நடுவில் ஒரு நீண்ட சிறு துவாரம் அமைந்துள்ளது! அந்த வழி ஒரு மூடியால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. கதிர் வீச்சு வேண்டுமானால், மூடியைத் திறக்க வேண்டும். மூடியைத் திறப்பதற்கு, புகைப்பட காமிராவில் உள்ளதைப் போல, ஒரு நீண்ட கம்பியும் பொத்தானும் இருக்கும். இதே மாதிரி இன்னும் பல நவீன சாதனங்கள் வந்துள்ளன. கதிரியக்க ஸ்ட்ராண்ஷம்—90, அல்லது தூலியமும் ஸ்ட்ராண்ஷமும் கலந்த கலவை—இந்த ஐஸடோப்புகளைப் பயன்படுத்தும் புதிய கருவிகளில் படம்பிடிக்கும் பிலிம்களும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அதிலேயே, பிலிம்களை, தானே பக்குவம் பண்ணி படமாகத் ஆக்கித்தரும் அளவுக்கு வசதிகளும் செய்திருக்கிறார்கள். கதிர் வீச்சைப் பாய்ச்சி ஒரு நிமிஷத்திற்குள் ஓர் எக்ஸ்-ரே படம் தயாராகிவிடும். டாக்டர் உடனே பார்த்து ஆராயலாம். பிலிம்களைப் பக்குவம் செய்யும் இருட்டறைகளோ, எக்ஸ்-ரேச் சாதனங்களோ இல்லாத பொழுதும், தொலைவில் உள்ள மருத்துவ சாலைகள், முதலுதவி நிலையங்கள் முதலிய இடங்களுக்கும் இந்த மாதிரிக் கருவிகள் மிக மிக உதவியாக இருக்கும்.

பல் நோய்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்காக பற்களை எக்ஸ்-ரே படம் எடுக்கவும், இப்பொழுது கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சிகளையும் சோதனைகளையும் நடத்தி வருகிறார்கள். நடைமுறையில் இன்னும் உபயோகத்திற்கு வராவிட்டாலும், இந்த ஆராய்ச்சி தீவிரமாக நடை பெற்று வருகின்றது.

டிரேஸர்களாகவும், எக்ஸ்-ரே படம் எடுக்கவும் உதவும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் நோய்களைக்கண்டுபிடிக்க நூற்றுக்கணக்கான வழிகளில் பயன்பட்டு வருகின்றன. லட்சக்கணக்கான நோயாளிகளை இந்த

முறைகளுக்குட்படுத்தி அவர்கள் படும் துன்பங்களின் காரணங்களை அறிய இன்று மருத்துவ உலகம் பாடுபட்டு வருகிறது. இத்தனைக்கும், மருத்துவ ஆராய்ச்சியில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் பயன்படத் தொடங்கியது சமீபகாலத்தில்தான். கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை உபயோகிப்பதில் மருத்துவர்கள் பயிற்சி பெறப் பல, புதிய முறைகளும் கருவிகளும் திறம்படப் பெருகப் பெருக, கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் பயன்களும் பெருகும். அவற்றைக் கையாள்வோரும் பன்மடங்காகப் பெருகிவிடுவார்கள்.

9

பொருள்களில் கதிரியக்கத்தை ஊட்ட உதவும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள்

[illegible]

இயந்திரங்களின் உதவியையோ, இப்பொழுது கட வேண்டிய அவசியமில்லை. கதிர்வீச்சுக்கு இலக் காக வேண்டிய பொருள் எதுவாயிருந்தாலும் சர்—புற்றுநோயோ, பிளாஸ்டிக்கோ, உருக்கிழங்கோ, எண்ணெயோ, காற்றோ—எதுவாயிருந்தாலும், மலி வான ஐஸடோப்புகளின் மூலம் அவற்றின்மீது கதிர் களை வீச முடியும். அக்கதிர்கள்—தாக்கிய பொருள் களின் இயல்பை மாற்றி விடும். இந்த முறையை இப் பொழுது பெரிய அளவில், பல துறைகளில் கையாண்டு வருகிறார்கள். அதைப் பற்றித்தான் இந்த அத்தியாயத் தில் கூறப்போகிறோம்.

தொழிற் துறையில் கதிர்வீச்சு

கதிர்வீச்சினால் அயனிசேஷன் உண்டாகிறது. தொழிற்துறையில் இதை லாபகரமாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ள முடியும். உதாரணமாக, மின்சாரம் வெளியே பாயாமல், ஒரு பொருளுக்குள் அடைபட்டு நிலை மின்சார மாக கிடப்பது ஆபத்தை விளைவிக்கும். முக்கியமாக, துணி, காகிதம், முதலியவைகளைச் செய்யும் இயந்திரங் களில் வேலை செய்யும் ஆட்களுக்கும் சாதனங்களுக்கும் இந்த நிலை தீமை விளைவிக்கும்—அதாவது, உற்பத்தி யாகும் பொருள்கள் மின்சாரத்தை சிவவைக்கும் இயல்புள்ளவையாக இருந்தால். ஆகவே இந்தப் பொருள்களை இடம் விட்டு இடம் எடுத்துச் செல்லும் பொழுது, சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் கதிரியக்க ஐஸ டோப்புகளின் உதவியால் காற்றை "அயனைஸ்" செய்து, (அயனியாக்கி) தங்கித் திரண்ட மின்சாரத் தைப் பூமிக்குள் இறக்கச் செய்வார்கள். இதனால் மின்சாரத் தாக்குதல் அல்லது விபத்துகள் உண்டாகாம லிருக்கும்.

சென்ற அத்தியாயத்தில் கூறியதுபோல, எண்ணெய்த் தொழிலில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் ஏராளமாகப் பயன்படுகின்றன. நியூ ஜெர்ஸியைச் சேர்ந்த ஸ்டாண்டர்ட் எண்ணெய்க் கம்பெனி ஒரு மாபெரும் திட்டத்தைத் தொடங்கியுள்ளது. நியூ ஜெர்ஸியில், லிண்டன் என்ற இடத்தில் உள்ள ஆராய்ச்சி நிலையத்தில், ஒரு நவீனக் கதிரியக்க ஆராய்ச்சி சாலையை இந்தக் கம்பெனி ஆரம்பித்திருக்கிறது. கோபால்ட்டு—60 லிருந்து கம்மா கதிர்களைப் பாய்ச்சி, சில இரசாயன மாறுதல்களைத் தோற்றுவிப்பதில் இந்தக் கூடம் முனைந்திருக்கிறது. இதன் பயனாக இக்கால எண்ணெய்த் தொழில் நுணுக்கங்களில் பல புதுமைகள் தோன்றும். எரி எண்ணெய், உயவுப் பொருள்கள், பெட்ரோலியத்திலிருந்து கிடைக்கும் இரசாயனப் பொருள்கள்—இவற்றை உயர்ந்த தரத்தில் தயாரிக்க இந்தப் புதுமைகள் உதவும்.

இந்தத் திட்டம் தற்பொழுது சோதனைக் கட்டத்தில் தானிருக்கிறது. ஆனல் ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் பணியாற்றும் விஞ்ஞானிகள், "பாலிமெரைஸேஷன்" என்னும் துறையில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் மிகவும் பயன்படும் என்று நம்புகிருர்கள். பாலிமெரைஸேஷன் என்ருல் என்ன? சிலவகை பெட்ரோலிய ஹைட்ரோ கார்பன்களை (ஹைட்ரஜனும் கார்பனும் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருளுக்கு ஹைட்ரோ கார்பன் என்று பெயர்) ஒன்ருேடு ஒன்று இணைத்துப் பெரிய மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கும் முறைக்குத்தான் பாலிமரைஸேஷன் என்று பெயர். இந்த முறையால், பெட்ரோலியத்தையும் அதை ஒத்த வேறு கச்சாப் பொருள்களையும், செயற்கை ரப்பர், உயவுப் பொருள், விமானப் பெட்

ரோலைத் தயாரிக்க உதவும் பொருள், இன்னும் பல துணைப் பொருள்களாகவும் மாற்ற முடியும்.

இதே ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் 13 அங்குல நீளமும், 2 அங்குல குறுக்களவுமுள்ள குழாய் வடிவத்தில் கதிரியக்க கோபால்ட்டு உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது. இந்தக் கோபால்ட்டுக் குழாயை, கதிரியக்கம் ஏற்றுவதற்காக, ப்ருக்ஹேவன் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தின் அணு உலையில் செருகிவைத்திருந்தார்கள். நியூட்டிரான்களால் தாக்கப்பட்டு அந்தக் குழாய் கதிரியக்கம் கொண்டது. கதிரியக்க முள்ள கோபால்ட்டு ஒரே துண்டாக, இவ்வளவு பெரிதாக இருப்பது இந்த உலகத்திலேயே இது ஒன்றுதான். அதன் சக்தி 3500 முதல் 4000 கியூரிகள்வரை இருக்கும் (ஒரு கிராம் ரேடியம் ஒரு விநாடியில் வீசும் கதிரியக்கத்தின் அளவை ஒரு 'கியூரி' என்று சொல்கிருர்கள்.)

கதிர்வீச்சினுல் ஏற்படும் வேறு ரசாயன மாறுதல்களையும் தொழில் உலகம் பயன்படுத்தி வருகிறது. கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் உதவியால் ஆராய்ச்சிகளைச் செய்வதால், நல்ல தரமுள்ள பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாராகின்றன. உதாரணமாக பாலி எதிலின் என்ற பிளாஸ்டிக்கின் மீது கதிரியக்கம் ஏற்றிவிட்டால், 70 டிகிரி சென்ட்டிகிரேட் வெப்பத்தில் உருகுவதற்குப் பதிலாக, 190 டிகிரி வெப்பத்தில்தான் அது உருகத் தொடங்கும். இப்படிக் கடும் வெப்பத்தைத்தாங்குவதால், கதிர்வீச்சு ஏறிப் பாலி எதிலீனுல் செய்த பாட்டில்களை நன்கு சுடவைத்து, நுண்கிருமிகள் இல்லாமல் சுத்தம் செய்ய முடியும். அப்படிச் சுத்தம் செய்த பாட்டில்கள் மருந்துப் பொருள்களைவைக்க ஏற்றவையாக யிருக்கும்.

ரப்பர் தொழிலில் வல்கனேஸேஷன் என்ற முறை யிலும் கதிர் ஏற்றம், புரட்சியை விளைவித்து வருகிறது. கடும் வெப்ப நிலையில் ரப்பரோடு கந்தகத்தைக் கலந்து பாடம் செய்தால், ரப்பர் உறுதிப்படும். வலுவளிக்கும் இம்முறைக்கு வல்கனேஸேஷன் என்று பெயர்.) ரப்பரை வல்கனேஸ் செய்ய பல மணி நேரம் பிடிக்கும். ஆனால் கதிர்வீச்சின் மூலம் சில நிமிடங்களில் அதைச் செய்ய லாம் என்று கூறுகிறார்கள்.

உணவைப் பாதுகாத்தலும் சுத்தப்படுத்தலும்

கம்மா கதிர்வீச்சின் மூலம் உணவைச் சுத்தப்படுத் தப் பல சோதனைகளும் முறைகளும் உருவாகியிருக் கின்றன, இதனால் தொழில், விவசாயம், வீட்டைப் பராமரிக்கும் பெண்டிர் எல்லோருக்கும் அனுகூலம் ஏற்பட்டிருக்கிறது.

பெரும் அளவில் கம்மா கதிர்களை வீசி, அயனேஸே ஷன் நிகழும்பொழுது நுண்கிருமிகளும் இரசாயன நொதிப்புகளும் அழிக்கப்பட்டு விடுகின்றன என்று விஞ்ஞானிகள் அறிந்திருக்கிறார்கள். இந்த அறிவை கடந்த சில ஆண்டுகளாக, உணவைச் சுத்தப்படுத்தும் கலைக்குப் பயன் படுத்தி, பெரும் வெற்றி கண்டிருக் கிறார்கள். அணு உலைகளின் மூலமாக சக்திமிக்க கதிரியக்கப் பொருள்கள் ஏராளமாகக் கிடைப்பதால், இந்த வெற்றி பெரும் அளவுக்குக் கிட்டியிருக்கிறது. பல்கலைக் கழகங்களும், அரசினர் ஆராய்ச்சிக் கூடங் களும், உணவுப் பொருள் தொழில்களும், கதிரியக்கத் தைக் கொண்டு உணவைப் பாதுகாக்கும் புதிய முறை களைத் தோற்றுவித்திருக்கின்றன. அத்தகைய நாற்பது ஸ் தாபனங்களின் ஆராய்ச்சிகளை மேற்பார்வை செய்து இணைக்கும் பணியை, சிக்காகோவில் உள்ள ஆர்மிக்

வார்ட்டர்மாஸ்டர் அண் கன்டெய்னர் இன்ஸ்டிட்யூட் என்ற ஸ்தாபனம் ஏற்றுக் கொண்டிருக்கிறது.

1809-ல் நிக்கலஸ் ஆப்பர்ட் என்பவர் உணவை டப்பாக்களில் அடைக்கும் கலையைக் கண்டுபிடித்தார். அதன் பிறகு அந்தத் துறையில் தோன்றிய மிகப் பெரிய முன்னேற்றம் கதிர்வீச்சு மூலம் உணவைப்பாது காக்கும் முறைதான். இந்த முறையை நன்கு சீர்படுத் தினல் உணவுத் தொழிலில் புரட்சிகரமான மாறுதல் கள் ஏதாவது ஒரு நாள் தோன்றக்கூடும். அழுகக் கூடிய உணவுப் பொருள்களைக் கெடாமல் காக்கும் முறை நன்கு வளர்ந்து விட்டால், உணவைப் பதனக் கும் முறை, வழங்கும் முறை, ஆகியவற்றிலும் மாறு தல்கள் தோன்றும். குறைந்த செலவில், மிக நீண்ட தூரங்களுக்கு உணவுப் பொருள்களைக் கப்பல்களில் அனுப்ப முடியும். உணவைப் பலவகையிலும் உல கின் பல மூலைகளுக்கும் வழங்க முடியும். சொற்பக் குளிர்-முறையாலோ, அல்லது குளிர்-முறை இல்லா மலேயோ: உணவை வெகு காலம் கெடாமல் சேமித்து வைக்கவும் முடியும்.

ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டு இராணுவப் படை களுக்கு ஆண்டுதோறும் 200 கோடி டாலர் பொறுமான முள்ள உணவு (கெடக்கூடியவை) தேவைப்படுகிறது. இந்த உணவைப்பாதுகாக்கக் குளிர்விக்கும் சாதனம் வேண்டியிருக்கிறது. அதற்கும் செலவு ஒவ்வொரு நபருக்கு ஆண்டுதோறும் 40 டாலர் என்று கணக்கிட்டி ருக்கிறார்கள். கதிர் வீச்சினல் பாதுகாக்கும் முறையை மேற்கொண்டு, குளிர்-சாதனங்களுக்காக ஆகும் செல வில் கால்பங்கையேனும் மிச்சப் படுத்தினலும்கூட, ஆண்டுதோறும் 2 கோடி டாலர் மிச்சப்படும். அதனல் தான் இராணுவம் உணவுக் கதிர்வீச்சில் இவ்வளவு அக்

கறைகாட்டுகிறது. வெறும் விஞ்ஞான நோக்கில் மட்டும் எழுந்த அக்கறை அல்ல அது.

பாலாடை, ரொட்டி, பக்குவமான இறைச்சி, தானியம்—முதலிய கெடக்கூடிய உணவுகளைச் சில காலம் கம்மா கதிர்வீச்சுக் குள்ளாக்கிப் பாதுகாப்பளிக்கிறார்கள். சிக்காகோவில், ஆர்கான் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடம் அளிக்கும் வசதிகளை ஆர்மிக்வார்டர் மாஸ்டர் அண் ஸ்விப்ட்மிட் கம்பெனி என்னும் ஸ்தாபனம் பயன் படுத்திக் கொள்கிறது. நீந்தும் குட்டை அணு உலையில் உள்ள நீர்த்தேக்கத்திற்குள் (நீர்த்தேக்கம் சிப்பந்திகள் மீது கதிரியக்கம் படாதவாறு பாதுகாக்க உதவுகிறது), உணப் பொருள்கள், அடங்கிய ஓர் உலோக அடுக்கை முழுகவிடுகிறார்கள். கம்மா கதிர்களை வீசும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புக்கு அருகிலோ, சிதைந்துபோன அணு எரி பொருளுக்குப் பக்கத்திலோ; ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவுக்கு இந்த உலோக அடுக்கு வைக்கப் பட்டுப் பின்பே வெளியே எடுக்கப் படுகிறது. இப்படிக் கதிர்வீச்சுக்கு இலக்கான சில உணவுகள் பல மாதகாலம் கெடாமல் அப்படியே இருக்கும்.

ஆயினும், இந்த ஆராய்ச்சி இன்னும் குழந்தைப் பருவத்தில்தான் உள்ளது என்பதை நாம் மறக்கக் கூடாது. கதிர்களைப் பாய்ச்சி உணவைப் பாதுகாப்பதில் நன்மை தீமை இரண்டும் உண்டு. சில உணவுகளின் மீது கதிர்களைப் பாய்ச்சினால் அவற்றின் நிறம், மணம், ருசி, அமைப்பு, போஷகச் சத்து—ஆகியவை மாறுபடுகின்றன. அந்த மாற்றங்களால் தீமை ஏற்படுமா, கதிரியக்கத்தின் காரணமாக அவை எப்பொழுதுமே ஏற்படுவனவா, அவற்றைக் குறைக்கவோ தடுக்கவோ வழி காண்பது எப்படி—இந்த விஷயங்களை

எல்லாம் பற்றித் தீவிரமாக ஆராய்ச்சி செய்து விடுகிறார்கள்.

கதிர்வீசிப் பாதுகாக்கும் முறையின் வெற்றியை எப்படித் தீர்மானிப்பது? அம்முறையின் பயனாக உணவுப் பொருள்களின் மதிப்பு உயரவேண்டும்; உணவு உற்பத்தி, பாடம் செய்தல், விநியோகம், சேமிப்பு—இவற்றில் செலவு மிச்சம் ஆகவேண்டும். அப்பொழுதுதான் இம்முறை வெற்றியடைந்ததாக ஆகும். கதிர்வீச்சு முறையினால், உணவுப் பொருள்கள் தரம் உயர்ந்து, நீண்டநாள் கெடாமல் இருக்குமானால், இம் முறை லாபகரமான நிரந்தரமான முறையாக நிலைக்கக்கூடும்; நிலைத்தும் விடும்.

உருளைக்கிழங்குகள் முளைவிட்டு, அழுகிப்போவதைத் தடுத்து, அப்படி நிகழும் காலத்தை ஒத்திப்போட இப்பொழுது வெற்றிகரமான சோதனைகள் செய்திருக்கிறார்கள். கிழங்கிலுள்ள மாவைச் சருக்கரையாக மாற்றுவது 'என்ஸைம்' என்னும் பொருள். கம்மா—கதிர்கள் பட்டால் அந்த என்ஸைம் அழிந்து விடும். பலவகையாகக் கதிர்களைப் பாய்ச்சி, உருளைக்கிழங்குகள் எத்தனைகாலம் மாறாமல் அப்படியே இருக்கும், எத்தனைகாலம்வரை தின்னத் தக்கதாயிருக்கும், என்று ஆராய்ச்சி செய்திருக்கிறார்கள். ப்ரூக் ஹேவன் ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் கோபால்ட்டு—60 ஐக் கொண்டு கதிர்களை உருளைக்கிழங்குகளின் மீது பாய்ச்சியதில் இரண்டு ஆண்டுக்காலம் வரையில் அவை முளைவிடாமலும் உலராமலும் அன்று தோண்டிய மேனியாகக் காட்சியளித்தன. கதிர் வீசப்படாத உருளைக்கிழங்கு அந்தக்கால அளவில் முளைவிட்டு உலர்ந்துவிட்டது.

இந்த ஆராய்ச்சியும் சோதனைக் கட்டத்தில் தானிருக்கிறது. ஆனால் கதிர்வீசப்பட்ட உருளைக்

கிழங்குகளை; சிறிது காலத்திற்குள் பிராணிக[illegible] காவது தீவனமாகப் போடலாம் என்று எதிர்பார்க்கி[illegible] கள். இதேபோல, மற்றக் கிழங்குகளும் சேமித்[illegible] வைத்திருக்கும் காலத்தில் முளைவிடாமல் தடுப்ப[illegible] தாகச் சோதனைகள் நடத்தி வருகின்றனர்.

தாவர இனப்பெருக்கமும் கதிர்வீச்சும்

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளால் கதிர்களைப் பாய்[illegible] பயன் பெறலாம் என்ற உண்மை தொழிற் துறை[illegible] பொறுத்த வரையில், பெரும்பாலும் சோதனைக் க[illegible] த்தில் தான் இருக்கிறது. ஆனால் விவசாயத்திலோ, வி[illegible] பொருள்களின் தரத்தை உயர்த்தவும், தாவரங்க[illegible] பாதிக்கும் நோய்களைத் தடுக்கவும், நடைமுறை[illegible] கையாளக் கூடிய பல முறைகளை விவசாய விஞ்ஞா[illegible] கள் கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். அதேசமயம், க[illegible] யக்கத்தைப் பயன்படுத்தி, புதிய தாவர வகைக[illegible] படைக்கும் ஆராய்ச்சியும் முன்னேறி வருகிறது. [illegible] து விவசாயத்திற்கு அடிப்படையான பல நன்மைக[illegible] தோன்றும் கலை உறுதியும், நோய்களை எதிர்த்[illegible] கும் ஆற்றலும் உள்ள பல புதிய பயிர்வகைகளை [illegible] வாக்கமுடியும். சில சமயம் ஒரு பிராணியின் உட[illegible] அல்லது தாவரத்தின் உடலிலோ திடீரென்று ஒரு மா[illegible] [illegible] ஏற்படுகிறது. [illegible] [illegible] அதிகப்படி[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] உறுப்போ [illegible] [illegible] [illegible] இந்த மாறுதல் [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] அல்லாத பண்பு[illegible] [illegible] [illegible] செல்களின் மாறுதல்[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] திடீரென்று மாற்றம் [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] உடல் ஒரு மாறுத[illegible] [illegible] இந்த திடீர் மாறுதல்கள் அடி[illegible]

ஏற்படுபவை அல்ல. தானாகவே, எப்பொழுதாவது தான் இவை தோன்றும். கதிர் வீச்சியின் மூலமாக இந்தவகை மாறுதல்கள் சீக்கிரம் நிகழுமாறு செய்யமுடியும். கதிர் வீச்சின் [illegible] ஏற்படும் ஆபத்தை [illegible] மூலம் இது உண்டாகிறது. தாவர இனப்பெருக்க இயலில், ஆராய்ச்சிகள் நடத்த முன்பெல்லாம் ரேடியத்தையும் எக்ஸ்ரே கதிர்களையும் உபயோகப்படுத்தி வந்தார்கள். இப்பொழுதோ அணு உலையில் தயாராகும் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள், சோதனை நடத்தும் விஞ்ஞானிகளுக்குப் புதிய புதிய கருவிகளாக உதவுகின்றன. இனப்பெருக்கவியல் நிபுணரான டாக்டர் [illegible] [illegible] டன் ([illegible] தேசிய ஆராய்ச்சிநிலைய விஞ்ஞானி) என்ன கூறினார் தெரியுமா? "விவசாய வரலாற்றில் கதிரியக்கத்தின் மூலம், இனப் பெருக்கத்துறை ஆராய்ச்சி விஞ்ஞானத்துறை மிகமிக முக்கியமான கட்டமாக வரப்போகிறது. தாவரங்களை ஒட்டுப்போட்டுப் புதிய தாவரங்களை உருவாக்கிய மாபெரும் [illegible] கூட இது மிஞ்சிவிடப் போகிறது" என்றார் அவர்.

பழைய ரேடிய கதிர்வீச்சு முறைகளையும், எக்ஸ்ரே கதிர்வீச்சு முறைகளையும் விடத் திறமுள்ளதாக விளங்கும் ஐஸடோப் கதிரியக்கம் இரண்டு வழிகளில் இனவிருத்தி இயலுக்கு உதவும். (1) ஐஸடோப்புக் கதிரியக்கம் தாவரங்களை விரைவில் திடீர் மாறுதல்களுக்கு உள்ளாக்குகிறது. அதனால், கதிரியக்கமூலமாக இனவிருத்தி செய்யும் துறையை ஆராய்ந்து நன்கு புரிந்து கொள்ள முடியும். அதைப்போலவே இனவிருத்தி [illegible] [illegible] [illegible] அறிந்து புரிந்து கொள்ளவும் வாய்ப்புக் கிடைக்கும். [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] விவசாயப் பிரச்னைகளைத் தீர்க்கக் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் நடைமுறையில் சாத்தியமான வழிகளை வகுத்துத் தரும்;

ப்ருக்ஹேவன் தேசிய ஆராய்ச்சிக்கூடத்தில் ந... கும் தாவரத் துறைக் கதிர்வீச்சு சோதனைகள் மிக... சுவையானவை. வட்டவடிவான ஒரு வயலுக்கு ... வில் ஓர் ஈயப்பாத்திரத்துக்குள் கதிரியக்க கோபால்ட் 60-ஐ வைத்து நிலத்துக்குள் புதைத்திருக்கிறார்கள். இந்த ஐஸடோப்பைப் பலமாகக் கதிர்வீசுமாறு தூ... தில் இருந்தே தூண்ட முடியும். அதற்காகத் தொலை... லேயே விசை வைத்திருக்கிறார்கள். காம்மா கதி... சும், அந்த ஐஸடோப்புப் புதைந்துள்ள இடத்... சுற்றி பல வகைப்பட்ட விவசாயப் பயிர்களை நட்டி... கிறார்கள். சில பயிர்கள் அதன் அருகிலும் சில ... லிருந்து சற்றே தூரத்திலும் நட்டிருக்கும். குறிப்பி... காலத்திற்கு ஒருமுறை வீதம் கதிரியக்க ஐஸடோப்... உயர்த்தி, பயிர்களைக் கதிர்வீச்சுக்கு இலக்காக்குகின்... னர். ஒவ்வொரு கதிர் வீச்சுக்குப் பிறகும் அத்தா... களை ஆராய்கிறார்கள். நாளடைவில், கதிர் வீச்... பயனாக, தீமையோ நன்மையோ விளைந்திருக்கு... நன்மையா தீமையா என்பது கதிர்வீச்சின் காலஅளவை... யும், கதிர்வீச்சு பிறக்கும் இடத்திலிருந்து பயிர்க... உள்ள தூரத்தையும் பொறுத்திருக்கிறது. கதிர்வீ... னால் பயிரில் நிகழ்ந்த மாறுதல்கள், அந்தப் பயிரி... கன்றுகளுக்கும், அதாவது சந்ததிகளிலும் பாரம்பரி... குணமாகத் தோன்றலாம்.

கதிரியக்கத்தைப் பெருஞ் செடிகளுக்கும், கதிரிய... கத்தை வெவ்வேறு அரையில் பெற்ற செடிகளுக்கு உள்ள வேற்றுமைகள் பார்த்தாலே தெரியும்.

கதிர்வீச்சில் இன்னொரு வகை, தாவர விதைகளை அணு உலையில் வைத்து நியூட்டிரான் தாக்குதலுக்கு உள்ளாக்குவது. ஐக்கிய அமெரிக்காவில் உள்ள ப... விவசாய ஆராய்ச்சிப் பண்ணைகளும் பல்கலைக் கழக...

களும் இந்தத் திட்டத்தில் ப்ருக்ஹேவன் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தோடு ஒத்துழைத்து வருகின்றன. ஆராய்ச்சிக் கூடத்திற்கு அவை பல்வகை விதைகளை அனுப்புகின்றன. அந்த அந்த விதைகளைக் கிராவைட்டு அணு உலையில் வைத்து நியூட்டிரான்கள் தாக்குமாறு செய்கின்றனர். பின்பு, அந்த விதைகள் திருப்பி அனுப்பப்படுகின்றன. அங்கங்குள்ள ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் அவற்றை நிலத்தில் விதைத்து, அவை முளைத்து வளர்ந்ததும், ஏதாவது அடிப்படையான மாறுதல் தோன்றியிருக்கிறதா என்று பார்க்கின்றன. உபயோகமான மாறுதல்கள் ஏற்பட்டிருந்தால், விதையை எடுத்து அந்த விதைகளை விதைத்து வளர்த்து, மீண்டும் விதை எடுத்து, இப்படி அந்தப் பயிரின் பல தலைமுறைகளை ஆராய்ந்து பார்க்கிறார்கள். அதாவது, முதல்விதைக்கு ஏற்றிய கதிரியக்கத்தினால் பின் தலைமுறைகளுக்கு ஏதாவது லாபம் உண்டாயிருக்கிறதா என்று அறியவே இந்த ஆராய்ச்சி நடத்தப்படுகிறது. இந்த விதைக் கதிர்வீச்சு, முன்சொன்ன காம்மா கதிரியக்க முறையை விட அதிகப்பயனுள்ளது என்று தெரிகிறது. ஏனெனில் விதைப்பதற்கு முன்பே, விதைகளைக் கதிரியக்க முள்ளவையாக ஆக்கிவிடுவதால்; விதைகளின் தரம் எப்படி இருந்தாலும் அது வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்காது. ஆகவே பெரும் அளவுக்கு விதைகளைத் தெளித்தாலும் அவற்றிலிருந்து முளைக்கும் செடிகள் ஏறக்குறைய ஒரே சீராக வளரும்.

கதிரியக்கத்தின் மூலம் மாறுதல் செய்வது தாவரங்களுக்குக் கெடுதல் என்று முன்பெல்லாம் ஒரு நம்பிக்கை இருந்துவந்தது. சோதனைகள் அதைப் பொய்யாக்கி விட்டன. கதிரியக்கத்தின் மூலம் தோற்றுவிக்கப் பட்ட சில மாறுதல்களால் விரும்பத்தக்க பயன்கள் ஏற்பட்

டன என்பதற்குச் சான்று இருக்கிறது. மேலும் இந்த பரிசோதனைகளின் பயனுக, கதிர்வீச்சு எம்மாதிரி பாய்ச்சப் படவேண்டும். கதிர் வீசும்போது தாவரம் சூழ் நிலை எவ்வாறு இருக்கவேண்டும், எந்த வகைக் கதிர்களை அவற்றின்மீது வீசலாம், அதன்பயனுக எ... வகைப் பலன்களை எதிர்பார்க்கலாம், என்ற பல உ... மைகள் புலப்பட்டிருக்கின்றன

துருப் பிடிப்பது போல, ஓட் பயிரை ஒரு கோ... பாதிப்பதுண்டு. இந்த கோயை எதிர்த்து நிற்கும் ஆ... றலை அப் பயிருக்கு அளிப்பதில், நியூட்டிரான் கதிரி... கம் வியக்கத்தக்க வெற்றி அடைந்திருக்கிறது. எ... ப்ருக்ஹேவன் ஆராய்ச்சிக் கூடத்தைச் சேர்ந்த டாக்... கால்வின் கொன்ஸாக் சென்ற ஆண்டு அறிவித்தா... நல்ல மகசூல் தரக்கூடியதும், அதே சமயம் ... கோயின் ஒரு வகையை எதிர்த்து நிற்கக் கூடிய... மான ஓட் பயிரைச் சிருஷ்டிக்க அவர் முயன்ருர். ... றரை ஆண்டுக் கால ஆராய்ச்சிக்குப்பிறகு இவ்விரண்... பண்புகளும் கொண்ட ஓட் விதைகளை அவர் உருவா... கிச் சேகரித்து விட்டார். பழங்கால முறைகளைக் ... யாண்டிருந்தால், குறைந்த பட்சம் பத்து ஆண்டுகள் ... வது இதற்கு ஆகியிருக்கும்.

ஐக்கிய அமெரிக்காவில் ஓட் துருகோயால, ஆண்டு தோறும் ஓட் மகசூல் பத்துச் சதவிதம் குறைந்து வி... கிறது. மேற்கூறிய முறையால் 12½ கோடி பு... (புஷல் என்பது படி மரக்கால் போல ஒரு அளவு) தா... யம் மிச்சப்படும். அதாவது 10 கோடி டாலர் பெ... மானமுள்ள தானியம் மிச்சப்படும். இதேபோல, இ... களைப் பற்றும் ஒரு வகைப் புஞ்சண கோயை எதிர்க்க... கூடிய பயிர்வகையை உருவாக்குவதிலும் ப்ரு... ஹேவன் விஞ்ஞானிகள் முனைந்துள்ளனர்.

கோயை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றலைப் பயிர்களுக்கு அளிப்பதோடு கதிரியக்கமுறை நின்றுவிடவில்லை. மக... சூலைப் பெருக்கவும் அது உதவியுள்ளது. வடகரோலி... ஞவில் உள்ள, அரசாங்க விவசாயக் கல்லூரியில கதிரி... யக்கத்தின் உதவியால், ஒரு வேர்க்கடலை வகையை உரு... வாக்கி யிருக்கிருர்கள். கதிரியக்கத்திற்கு உட்படாத சாதாரண விதைகளைக் காட்டிலும், இந்த விதைகள் 30 சதவிதம் அதிக மகசூல கொடுத்தன. இதைப்போலவே உருவான இன்ெனுரு வகை விதை. இயந்திரங்களைக் கொண்டு அறுவடை செய்வதற்கு ஏற்றபடி அளவும் உருவமும் கொண்டிருக்கிறது. மற்ெருரு விதை இலை... களில் புள்ளிவிழும் கோயை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கிறது.

கதிரியக்கத்தின் மூலமாகச் செடியில மாறுதல்களை உண்டாக்கி, குட்டையாக அடர்ந்து வளரக்கூடிய பயிர் களைப் படைக்கவும் பரிசோதனை நடத்தி வருகிருர்கள். ஒவ்வொரு தாளிலும் அதிக தானியங்கள் வளருமாறு செய்வதே இந்தச் சோதனையின் கோக்கம். வெள்ளைச் சோளத்தை சில தீய நுண்ணுயிர்கள் தாக்கி, பிஞ்சில வெம்பி விழச்செய்து விடும். இந்த உயிர்களை எதிர்த்து நிற்கக் கூடிய ஓர் இனிப்புச் சோளப்பயிரை உரு வாக்க இன்ெனுரு சோதனைத் திட்டம் முனைந்துள்ளது.

விதைகளின் உதவியை நாடாமல் கிளைகளில் ஒட் டுப்போட்டே ஆப்பிள், பீச், திராட்சை, பெர்ரி, முதலிய செடிகொடிகளையும். மலர்ச் செடிகளையும் மக்கள் பெருக்கி வளர்க்கிருர்கள். இந்தத் தாவரங்களும் கதிரி யக்கச் சோதனைக் குள்ளாகி யிருக்கின்றன. ப்ருக் ஹேவன் தேசிய ஆராய்ச்சி நிலையத்து வயலில் (கம்மா கதிரியக்கம் நடுவில் உள்ளது) பல வகைச் செடி கொடி களை வளர்த்து வருகின்றனர். இவற்றின் கிளைகளை

அடிக்கடி வெட்டியெடுத்து, கதிர்வீச்சு அளிக்கப்படா சாதாரணச் செடிகளோடு ஒட்டுப் போடுகிறார்கள். அசாதாரணமான இந்தக் கிளைகளில் புதிய வகைப் பழங்கள் கூடத் தோன்றியுள்ளன. செடியில் அடுத்து வரும் சந்ததிகளிலும் இந்தப் புதிய பழங்கள் தோன்றும்.

இப்படித் தாவரங்களில் புதுமைகள் தோன்றுவது புதிய நிகழ்ச்சி அன்று. தொன்று தொட்டு நிகழ்ந்து வரும் உயிர்களின் பரிணாமத்தில் எத்தனை எத்தனையோ மாறுதல்கள் தோன்றியிருக்கின்றன. ஆனால் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் வந்தபின், இந்த இனவிருத்தி மாறுதல்கள் வேகமாகவும் அதிகமாகவும் நிகழ வகை செய்யப்பட்டிருக்கிறது. முன்பு ஒரு மனித ஆயுளில் செய்யமுடியாத, சாதிக்கமுடியாத ஆராய்ச்சிகளை எல்லாம் இப்பொழுது விஞ்ஞானிகள் விரைவில் செய்து விடுகிறார்கள்.

பூச்சித் தொல்லைகளை நீக்க :

கதிரியக்க "டிரேஸர்"களின் மூலமாகப் பூச்சிகள் இடம்விட்டு இடம் பரவுவதையும், அவை இனம் பெருகி உயிர் வாழும் முறைகளையும் கண்டறிந்து, அவை அவ்வாறு பெருகாமல் கட்டுப்படுத்துவது எப்படி என்பதைப் பற்றி ஏழாம் அத்தியாயத்தில் பார்ப்போம். கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளிலிருந்து வெளிப்படும் கம்மா கதிர்களின் உதவியால் பூச்சிகள் இனம் பெருகுவதைத் தடுக்கவும், ஒரு பூச்சியினமே ஒரு வட்டாரத்தில் வளராதபடி அழித்து விடவும் முடியும். திருகுப் புழு-ஈ என்ற ஒரு பூச்சியால் தென்மேற்கு ஐக்கிய அமெரிக்காவில் கால்நடைகளுக்கு பெருத்த சேதம் உண்டாகிறது. இதனால் 2½ கோடி முதல் 3½ கோடி டாலர் வரை ஆண்டுதோறும் நஷ்டம் விளைவதாகக் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். இந்த ஈக்களின் வாழ்க்கையை ஆராய்ந்த பூச்சி இயல் அறிஞர்கள் பெண் ஈ ஆண்டில் ஒரே ஒரு முறை ஒரு ஆண் ஈயுடன் பிணைகிறது என்ற உண்மையைக் கண்டுபிடித்தார்கள். ஓர் அரிய சோதனை தொடங்கிற்று. கதிரியக்கத்தின் மூலம் ஏராளமான ஆண் ஈக்களின் இனம் பெருக்கும் ஆற்றல் அழிக்கப்பட்டது. பின்பு காரிப்பியன் தீவுகளின் ஒரு சிறு பகுதியில் இந்த ஈக்களைப் பறக்க விட்டார்கள். பெண் ஈக்கள் இவற்றுடன் ஒரு முறை கூடின. ஆனால் ஆண் ஈக்களின் இனப்பெருக்கும் ஆற்றல் நசித்து விட்டதால், பெண் ஈக்கள் இனம் பெருகவில்லை. இந்த நடவடிக்கையின் பயனாக, அங்கு, திருகுப் புழு ஈக்களின் தொல்லை முற்றிலும் ஒழிந்து விட்டது. இதே போல ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளிலும் இவ்வகை நடவடிக்கையை மேற்கொண்டு வெற்றிபெற்றார்கள். விரைவில் இந்த ஈக்களின் தொல்லை ஐக்கிய அமெரிக்காமுழுவதும் அடியோடு ஒழிந்துவிடும் என்று நினைப்பதில் தவறில்லை.

ஆனால் இந்த முறையை எல்லாவிதப் பூச்சிகளுக்கும் கையாள முடியாது. மேலே கூறிய முறையில் பிணையும் இயல்பு எந்தப் பூச்சிகளிடம் காணப்படுகிறதோ, அங்குதான் இந்த முறை பயன்படும்.

ஆயினும் பூச்சிகளை அழிக்க வேறு யுக்திகள் வகுக்கப்படாமலில்லை. 'சிவப்பு போல் வர்ம்' என்ற ஒரு புழு பருத்திப்பயிரின் பரம விரோதி. 1953-ம் ஆண்டில் மட்டும் சுமார் 26 கோடி டாலருக்கு மேல் அதனால் நஷ்டம் விளைந்தது. இந்தப் புழுவின்மீது கதிர்களை வீசி அழிக்கச் சாதனம் தயாராகி வருகிறது. பஞ்சிலிருந்து கொட்டையை நீக்கும் தருணத்தில் இந்தப் புழுவை இந்தப் புதிய சாதனம் கொன்றுவிடும். இப்படி நீக்கப்பட்ட கொட்டைகளில் ஒரு பகுதியைத்தான் அடுத்த ஆண்

டுத்து விதையாக உபயோகிக்கிற வழக்கம். கொட்டை யில் உள்ள புழு கொல்லப்பட்டுவிட்டதால், புதிய பயிர் சேதமின்றி நன்கு விளையும்.

மருந்துகளும் கதிரியக்கமும் :

தொழிலிலும் விவசாயத்திலும் பயன்படுவதுபோல, வியாதிகளைக் குணப்படுத்தவும் கதிரியக்கம் உதவி யிருக்கிறது. முன்பு ரேடியமும் எக்ஸ்-ரேக்களும் கதிர் களின் மூலம் வேலை அதிக்க உதவின. புற்று நோய் போன்ற நோய்கள் வளர்வதைத் தடுக்கவும் அழிக்க வும் ரேடியத்தைச் சற்று தூரத்தில் வைத்து, அதன் கதிர்கள் நோயின் மீது படும்படியாகச் செய்வது வழக்கம். [illegible]

[illegible]

ரியக்க-கோபால்ட்டைப் பயன் படுத்துகிறது. இன் னொன்று கதிரியக்க ஸீஸியம் என்ற ஐஸடோப்பைப் பயன் படுத்துகிறது.

இந்த கோபால்ட்டு இயந்திரத்தின் சக்தி 20 லட்சம் வோல்ட்டு எக்ஸ்-ரே இயந்திரத்தின் சக்திக்கு சமமானது. இந்த கோபால்ட்டுக் கருவியின் விலை சுமார் 75,000 டாலர். இதே சக்தியுள்ள ரேடியம் இயந்திரத்தின் விலை இதைவிட 5,000 மடங்கு அதிகம். ஆகவே, பணவசதி அதிகமில்லாத எத்தனையோ கோயாளிகளுக்கு இந்த கோபால்ட்டு வைத்திய வசதி கிடைக்கும். [illegible] ரிக்காவில் 50-க்கு மேற்பட்ட கோபால்ட்டு இயந்திரங் கள் உபயோகப்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. [illegible]

[illegible]

இருக்கும்.

[illegible]

தியோ 1540 க்யூரி அளவுள்ளது. ஒவ்வொரு குளிகையின் கதிரியக்க சக்தியும் ஒரு ராத்தல் ரேடியத்தின் சக்திக்குச் சமம். ஒரு ராத்தல் ரேடியத்தின் விலை பத்து லட்சம் டாலர். எவ்வளவு செலவு மிச்சம்! ஆனல் ஐஸடோப்புகளின் வீரியம் குறைவானதா? இல்லை. இந்த கோபால்ட்டு, ஸீஸியம்—ஆகிய இரண்டு கருவிகளும் உடலில் ஆழத்தில் வளர்ந்துள்ள கழலைகளையும் புற்றுக்களையும் வெற்றிகரமாகக் குணப்படுத்திவிடுகின்றன.

இந்த "தூரவைத்திய"க்கருவிகளைப் போலவே, அருகிலேயேவைத்து வைத்தியம் செய்யும் கருவிகளும் உள்ளன. சில விதப் புற்றுகளையும், கழலைகளையும் குணமாக்க, இக் கருவிகள் கதிரியக்க ஐஸடோப்பின் உதவியால் கதிர்களை வீசுகின்றன. கதிரியக்க கோபால்ட்டை சிறு அளவில் உபயோகிக்கும் இக் கருவிகள் கழலைக்கு மிக அருகில் கதிர்வீச்சு சாதனத்தை வைத்து இயக்கும் அளவில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. சிறு நீர்க் குழாயிலும் ஆசன வாயிலும் தோன்றும் புற்றுகளைக் குணமாக்க, இம்மாதிரி அருகே வைத்து உபயோகிக்கப்படும் கருவி யொன்றில் கதிரியக்க கோபால்ட்டு சிறுசிறு மாத்திரைகளாக வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

உடலின் மேலே தோன்றும் கழலை போன்ற கட்டிகளை ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 என்ற கதிரிக்க ஐஸடோப்பால் குணப்படுத்துகிறார்கள். இந்த ஐஸடோப்பிலிருந்து சக்திகுறைவான, அதிக தூரம் ஊடுருவாத பீட்டா கதிர்கள் வெளிப்படும். கண்மீது தோன்றும் கழலையைக் கரைக்க இது வெற்றிகரமாக உதவுகிறது. தோலின் மீது புறப்படும் பெரிய மச்சம் போன்ற கழலைகளையும்—அவை லேசாகவோ கடுமையாகவோ இருந்தாலும்—இந்த பீட்டா-கதிர்களைப் பாய்ச்சி குணப்படுத்துகிறார்கள். தோலுக்கு மிக அருகே பீட்டா கதிர் வீசும் சாத

னத்தை வைத்துக் கையாளும்படியாகப் பலவிதப் பிடிகளும், பலகைகளும் இப்பொழுது தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் மிக மிக எளிய முறை ஒன்று உண்டு. கதிரியக்கப் பொருள் கரைந்த ஒரு கரைசலில் மை யொற்றுதாளைப் போன்ற ஒரு காகிதத் துண்டை ஊற வைத்து எடுத்து, அதைத் தோலின் மீது வைத்து பிளாஸ்திரியைப் போட்டு ஒட்டி விடுவதுதான் அந்த முறை. அல்லது லேசான கதிரியக்கமுள்ள ஐஸடோப்பை ஒரு பிளாஸ்டிக் பொருளின் மீது பாய்ச்சி, அதைக் கன்னம் போன்ற பாகங்களில் ஒட்டவைத்து விடுவது ஒரு முறை.

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை, கோயைக் குணமாக்குவதற்காக உள்ளுக்கும் கொடுக்கலாம். உடலில் உள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட திசுவின் மீது மட்டும் கதிர்கள் ஒருமித்துப் படுமாறு செய்ய முடியும். வாய் மூலமோ ஊசி குத்தியோ அல்லது சும்மா மேலே வைத்தோ, கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளைப் பிரயோகிக்க முடியும்.

இந்த வைத்திய முறையில் மிகவும் பிரபலமாயிருப்பது தைராய்டின் கோளாறுகளைக் குணப்படுத்த உதவும் அயொடின்-131 முறை யாகும். பலவிதத் தைராய்டு கோளாறுகளையும், புற்று கோய் உடலில் பல இடங்களுக்குப் பரவி ஒதுங்குவதையும் கண்டு பிடிக்க இம் முறை உதவுகிறது. இதே கதிரியக்க அயொடினைச் சற்று அதிக அளவில் பானமாக உட்கொண்டால், தைராய்டுச் சுரப்பி அளவு மீறி வளர்வதால் ஏற்படும் தீமைகளைத் தடுக்கலாம். கத்தி போட்டு அறுத்து சிகிச்சை செய்வது ஆபத்து என்று தெரிந்த நிலையிலும் வேறு தைராய்டு-மருந்துகள் பலனளிக்கா என்று தெரிந்த நிலையிலும். இம் முறை சிறந்த பயனளிக்கும். இந்த முறை வந்த பிறகு, பல மருத்துவ நிலையங்களில் அறுவை முறையைக் கையாள்வதையே நிறுத்தி விட்

டார்கள். ஆயிரக் கணக்கான நோயாளிகளுக்கு இ மாதிரி வைத்தியம் செய்து ஏற்பட்ட அனுபவத் பயனாக, இன்று தைராய்டு மிதமிஞ்சி வளர்ந்தவர்கள் 90 சத விதத்தினர் அயொடின்-131 முறையால் இரண் அல்லது நான்கு மாதங்களில் குணமடைகின்றனர்.

தைராய்டுச் சுரப்பியில் புறப்படும் புற்று நோயை குணப்படுத்துவதில் அயொடின்-131-க்கு அவ்வள வெற்றி கிட்டவில்லை. தைராய்டு புற்று பரவிய இடங்களில் குவிந்து கதிர்களைப் பாய்ச்சுவது கதி அயொடினுக்கு அவ்வளவு எளிதான காரியம ஆகவே புற்று வளர்ந்த திசுக்களை கதிர்கள் தாக் கரைக்க முடிவதில்லை. பாலிஸைதீமியாவிரா என் ஒரு நோய். உயிருக்கே ஆபத்து விளைவிக்கக் கூடிய அந் நோய் வந்தால், இரத்தத்திலுள்ள சிவப்பு அணு கள் மிதமிஞ்சிப் பெருகி விடும். அதைத் தடுக்க வேண்டும். P-32 (பி-32 என்னும் கதிரியக்க பாஸ் வகை)ல் இருந்து வெளியாகும் பீட்டா-கதிர்கள் இ நோயைக் குணப்படுத்த முடியவில்லை. ஆனால் சிவ அணுக்கள் மேலும் வளராமல் அவை தடுத்து விடுகி றன. அதிக அளவுக்கு ஒரு 'டோஸ்' அல்லது சிறு சிறு அளவாகப் பல தடவை கொடுத்தாலும் இது சாத் தியமாகிறது. அப்படித் தடுக்கப்பட்ட நிலை நீடிக்கவும் செய்கிறது. இந்த பி-32 கதிரியக்கத்தை லூகிமியா என்ற நோயைக் குணப்படுத்தவும் உபயோகிக்கிறார்கள். இந்த நோயில், இரத்தத்தின் வெள்ளை அணுக்கள் மித மிஞ்சிப் பெருகி விடுகின்றன. ஆனால் லூகிமியா நோய் மிகத் தீவிரமாக இருந்தால், அதாவது திடீரென்று நோய் வந்து அதிகமாகி விட்டால், கதிரியக்க ஐஸடோப்பு களால் பயன் ஏற்படுவதில்லை. இந் நோய் நாள் பட்ட தாவும், கடுமையாக இல்லாமலும் இருந்தால், P-32 குண

மாகிக்கிறது. இந்த நோய்க்கு உள்ளானவர்களில் பாதிப் பேர்களுக்குமேல் இம் முறையால் குணமடைந் திருக்கிறார்கள்.

உடலுக்குள் உள்ள திசுக்களின் மீது கழலை புறப் பட்டால், கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளை ஊசி மூலம் செலுத் தியோ, அல்லது திசுவுக்கு மேலே வைத்தோ குணப் படுத்தலாம். முக்கியமாக, அந்தக் கழலை பல இடங் களுக்குப் பரவாமல், ஒரே இடத்திலேயே இருக்கும் ஆரம்ப நிலையில் கதிரியக்க வைத்தியம் வெற்றியளிக் கிறது. உதாரணமாக, ஆரம்ப நிலையில் உள்ள புற்று நோயை எதிர்க்கக் கதிரியக்க யிட்ரியம் நன்கு உதவு கிறது. புதிதாக உபயோகப்படும் ஐஸடோப்புக்களில் இதுவும் ஒன்றாகும். நேர்த்தியான, வளைந்து கொடுக் கக் கூடிய பிளாஸ்டிக் நூலில் இந்த யிட்ரியத்தைச் செலுத்தி விடுகிறார்கள். இந்த நூலை நோய்ப்பட்ட திசுவின் மீது வைத்தால் குணம் ஏற்படுகிறது. பிளாஸ் டிக் நூல் திசுக்களில் கரைந்து விடுகிறது. கதிரியக்கப் பொருள் மட்டும் கரையாமல் தங்கி நின்று வேலை செய்து வருகிறது. உடலில் உள்ள பல திரவங்களின் ஓட்டம் காரணமாக மருந்து இடம் விட்டு இடம் செல்லும். ஆனால் யிட்ரியம் அப்படிப் போகாது. சில திசுக்களின் மீது அதை நிலையாக இருக்குமாறு வைப்பது எளிது. புற்றுநோய்க்கு இப்படிச் சிகிச்சை அளிக்கும் முறை யைக் கண்டு பிடித்தவர்கள், நியூயார்க்கில் பெஸ்ட் ஆஸ் பத்திரியில் உள்ள ஐக்கிய அமெரிக்கக் கடற்படை வைத்தியசாலையைச் சேர்ந்த வைத்தியர்கள்.

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் நன்கு வேலை செய்யக் கூடிய உடல் திசுக்களில் கதிரியக்க-தங்கம், கதிரி யக்க-கோபால்ட்டு இவற்றை ஊசி மூலமாகவோ, அல் லது மேலே வைத்தோ, வேறுவகைப் புற்றுக்களை

வெற்றிகரமாக அழிக்க முடியும். உடலிலுள்ள சில துவா-ரங்களிலோ, பள்ளங்களிலோ சில நீர்கள் புற்று நோய்களை உண்டாக்கும். கதிரியக்க-தங்கத்தை அந்த இடங்களில் பாய்ச்சி இதைக் கட்டுப்படுத்தியிருக்கிறார்கள்.

நியூட்ரான் பற்று முறை என்று இன்னொரு உத்தி இப்பொழுது கையாளப்படுகிறது. மூளைக் கழலைகளைக் குணப்படுத்த இது உதவுகிறது. இதில் ஒரு நிலையான ஐஸடோப்பைக் கழலையின் உள்ளே நிரம்பச் செலுத்தி பிறகு, அதைக் கதிரியக்க முள்ளதாகச் செய்கிறார்கள். போரான் கரைசலை (போராக்ஸ் கலந்த திரவம்) ஊசி மூலம் நோயாளியின் உடலில் ஏற்றுகிறார்கள். மூளைக் கழலையைச் சுற்றி இந்தப் போரான் தற்காலிகமாகக் குவிக்கப்படுகிறது. இதன் பிறகு அணு உலையிலிருந்து நியூட்ரான் கதிர்களைத் தலைமீது நேராகப் பாயும்படி செய்கிறார்கள். நாம் முன்னே சொன்னது போல போரான் நியூட்டிரான்களை உடனே உள்வாங்கிக் கொள்ளும். அங்குள்ள மற்ற மூலகங்களைவிட மிகவும் வேகமாக நியூட்டிரான்களை அது வாங்கிக் கொள்கிறது. ஒரு நொடியின் பகுதிக்குள்ளாக இந்தப் போரான், கதிரியக்கம் உள்ளதாக ஆகிவிடுகிறது. உடனே அதிலிருந்து ஆல்பா-கதிர்கள் கிளம்புகின்றன. இதன் விளைவாக அயனேற்றம் ஏற்பட்டு, கழலை அழிந்து விடுகிறது. இது மிகவும் சிறந்த முறை என்று சொல்வதற்கு இல்லை. ஆனால் கொள்கை அளவிலும், கணக்கிலும் மிகவும் சுவையாக இருப்பதால் இம்முறையை எங்கு பார்த்தாலும் பரிட்சித்து வருகிறார்கள். முக்கியமாக ப்ரூக்ஹேவன் தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் இந்தப் பரிசோதனை தீவிரமாக நடந்து வருகிறது.

மருத்துவத் துறையில் கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் உபயோகம் இப்பொழுது மிகவும் பெருகியிருக்-

கிறது. இதற்குக் காரணம், வைத்திய ஆராய்ச்சிக்காகவும், சிகிச்சைக்காகவும் ஒரு தனி அணு உலையை அமைத்து, ஒரு புதிய வைத்திய ஆராய்ச்சி நிலையத்தையும் கட்டப் போவதாக அணு சக்திக்குழு செய்திருக்கும் தீர்மானம்தான். இந்த உலையும், நிலையமும் ப்ரூக்ஹேவனில் அமைந்திருக்கும். வைத்தியப்பணிகளுக்காக என்று இரண்டு அணு உலைகள்தான் உண்டு. அவற்றில் ப்ரூக்ஹேவன் நிலையமும் ஒன்றாகும். இன்னும் ஓர் உலையைக் கலிபோர்னியா பல்கலைக் கழகம் அமைக்கப் போவதாக 1955-ம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் அறிவித்தது.

ப்ரூக்ஹேவன் மருத்துவ நிறுவனம் 1957-ம் ஆண்டின் இறுதியில் கட்டி முடிப்பதாகத் திட்டமிடப்பட்டது. ஆனால் பின்னர் திட்டத்தைச் சற்று மாற்றி அமைத்தார்கள். அதற்காகும் செலவு 60 லட்சம் டாலர். அதில் ஓர் அணுஉலை, ஒரு ஆராய்ச்சி மருத்துவ விடுதி, தொழில்துறை மருந்துப் பிரிவு, இவற்றைத் தவிர, மருத்துவ-பௌதிகம், நோய் இயல், நுண்ணுயிர்-இயல், உடல் இரசாயனம் உடற்கூறு-இயல், மருத்துவ-இரஸாயனம்-ஆகிய ஒவ்வொரு துறைக்கும் ஓர் ஆராய்ச்சிக் கூடமும் அடங்கியிருக்கும். இத்தனையும் அடங்கியுள்ள இந்த நிறுவனத்தில் 85 சதவிகிதம் 1958-ம் ஆண்டு ஜூலை மாதத்தில் உருவாகி விட்டது, 1958 டிஸம்பர் 17-ம் தேதி இது தொடங்கி வைக்கப்பட்டது.

மூளைக் கழலைச் சிகிச்சையில் சோதனைகள் செய்வதற்குத் தேவையான நியூட்டிரான்களைத் தோற்றுவிக்கும் பொருள்கள் இந்தப் புதிய உலையில் உற்பத்தியாகும். அதைத் தவிர, குறுகிய ஆயுள் கொண்ட சில கதிரியக்க-ஐஸடோப்புகளும் உருவாகும். இவற்றின் உதவியால், இதுவரை சாத்தியப்படாத பலவகை மருத்துவ ஆராய்ச்சிகளைச் செய்ய முடியும்.

10

ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளும் அணு யுகமும்

ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் ஆரம்பத்தில் அணு சக்தித் துறை வளர்ந்தது, அரசாங்கத்தின் மேற்பார்வையில்தான். முக்கியமாக இராணுவ வேலைகளுக்கு, அணு சக்தியைப் பயன்படுத்தும் முயற்சிகளை அரசாங்கத்தின் நிர்வாகப் பிரிவு, அதன் போர் இலாக்காவின் மூலமாகச் செய்து வந்தது. 1946-ம் ஆண்டு அணு சக்திச் சட்டம் என்னும் ஒரு சட்டத்தைக் காங்கிரஸ் இயற்றியது. அந்தச் சட்டத்தின்படியே அணு சக்திக் குழுவும் நிறுவப்பட்டது. அக் குழுவின் வேலைகள், பொறுப்புக்கள்—அனைத்தையும் அந்தச் சட்டமே வகுத்துக் கூறிற்று. இந்தச் சட்டத்தைப் பற்றி விவரமாக இப்பொழுது கூறுவதற்கில்லை. எனினும், அணு சக்தித் துறையில் 8 ஆண்டுக் காலத்தில் கிடைத்த பல அனுபவங்களின் பயனாக, இந்தச் சட்டம் 1954-ம் ஆண்டில் மாற்றி அமைக்கப்பட்டது.

காங்கிரஸ் சபை

1954-ம் ஆண்டில் மாற்றி அமைந்த அணு சக்திச் சட்டத்தின்படி [illegible] அணு சக்தி [illegible] அணு சக்திக் கூட்டுக் கமிட்டி [illegible]

ஒரு குழு இயங்கி வருகிறது. அணு சக்திக் குழுவின் நடவடிக்கைகளைப் பற்றி அந்தக் கமிட்டி கணக்கு, புள்ளி விவரம், எல்லாம் வைத்திருக்கிறது. பொதுவாக அணு சக்தியின் வளர்ச்சி, உபயோகம், கட்டுப்பாடு—இந்தப் பிரச்னைகளைப் பற்றி அறிந்திருப்பதோடு இம்மாதிரியான கணக்குகளை வைத்திருக்கும் பொறுப்பும் அதற்கு உண்டு. இந்தக் கூட்டுக் கமிட்டியில் (செனட்) மேல் சபையைச் சேர்ந்த ஒன்பது பேரும் பிரதிநிதிகள் சபையைச் (கீழ் சபை) சேர்ந்த ஒன்பது பேரும் உறுப்பினர்களாயிருக்கிறார்கள். அவர்களுக்கு உதவி செய்ய மேலும் 18 பேர்கள் உண்டு. அணு சக்திக் குழுவின் வேலையை கவனிப்பதோடு, அணு சக்தி சம்பந்தமாகச் சட்ட ரீதியான மாறுதல்கள் தேவையானால் அந்த மாறுதல்களையும் இந்தக் கமிட்டி சிபாரிசு செய்யும்.

அணுசக்திக் குழு

1954-ம் ஆண்டு அணுசக்திச் சட்டப்படி அணு சக்திக் குழுவில் ஐந்து உறுப்பினர்கள் இருக்கிறார்கள். செனட் சபையின் ஆலோசனையின் பேரிலும், அதன் அங்கீகாரத்தின் பேரிலும், ஜனாதிபதி இந்த அங்கத்தினர்களை நியமிக்கிறார். இவர்களுடைய பதவிக்காலம் ஐந்து ஆண்டு. இந்த ஐவரில் ஒருவரைக் குழுவின் தலைவர் என்று ஜனாதிபதி நியமிக்கிறார். [illegible]

சம்பளம் 18 ஆயிரம் டாலர். தலைவருக்கு மட்டும் 20 ஆயிரம் டாலர்.

குழுவின் அன்றாடக் காரியங்களை நிர்வகித்து நடத்த பொது மானேஜர் என்ற முக்கியமான உத்தியோகஸ்தர் ஒருவரும் உண்டு. அந்தப் பதவியின் முக்கியத்துவத்தைச் சட்டமே எடுத்து உரைக்கிறது. இந்த மானேஜரை நியமிக்கவும் நீக்கவும் குழுவிற்கு அதிகாரம் உண்டு. அவருடைய சம்பளத்தையும் குழுவே நிர்ணயிக்கும். சம்பளம் ஓராண்டுக்கு 20 ஆயிரம் டாலருக்கு மேல் போகக்கூடாது. இந்தக் குழுவின் கீழ் அணுசக்தியை இராணுவத்திற்கு உபயோகப் படுத்துவதற்கு என்று ஒரு தனிப் பிரிவையே சட்டம் நிறுவியிருக்கிறது. இதோடு பத்துக்கு மேற்பட்ட சிறிய பிரிவுகளும் இருக்கும். இந்தப் பிரிவுகளில் சில அணுசக்தியைப் பொதுமக்களின் நன்மைக்காக அபிவிருத்தி செய்யும் பொறுப்பை முக்கியமாக ஏற்றுக் கொள்ளும். இதை எல்லாம் பார்க்கும்பொழுது அணுசக்திக் குழுவின் நடவடிக்கைகள் பலவகைப் பட்டவை, சிக்கலானவை, என்பது நமக்குப் புரியும். ஆனால் அணுசக்தியை ஆக்கப் பயன்களுக்கு ஈடுபடுத்தும் பணியை மேற்கொண்ட பிரிவுகளைப்பற்றியே இந்த நூலில் நாம் கூறப்போகிறோம்.

1954-ம் ஆண்டு அணுசக்திச் சட்டம் ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் பிரதிநிதிகளால் இயற்றப்பட்ட சட்டம் என்பதையும், அந்தச் சட்டம் நிறுவிய அணுசக்திக் குழு இராணுவ ஸ்தாபனம் அன்று, ஒரு சிவில் துறை ஸ்தாபனம் என்பதையும் நாம் நினைவில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். சட்டமே என்ன கூறுகிறது என்று பார்ப்போம்.

"மக்களின் பொது நன்மைக்கு இயன்ற பணிகளைப் புரியவே அணுசக்தியை வளர்த்து நிர்வகிக்க வேண்டும் என்பது ஐக்கிய நாடுகளின் நோக்கமாகும். நாட்டின் பாதுகாப்பிற்கும் நற்காப்பிற்கும் அதைப் பயன் படுத்துவதும் அதன் முக்கியமான பணியாகும்.

"உலக சமாதானத்தை நிலைக்கச் செய்யவும் பொது நலத்தை அபிவிருத்தி செய்யவும், வாழ்க்கைத் தரத்தை உயர்த்தவும், தனியார் துறையில் தாராளமான போட்டி மனப்பான்மை வலுப்படுத்தவும் அணுசக்தியின் வளர்ச்சியை பயன்படுத்த முயலுவதே ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் நோக்கமாகும்."

எந்தப் பெரு முயற்சியையும் தானே மேற்கொண்டு, அரசாங்கத்தின் கட்டுப்பாடின்றி, தனியார் துறை நடத்துவதே அமெரிக்க மக்கள் பின்பற்றிவரும் மரபு. அதற்கேற்ப, ஐக்கிய அமெரிக்காவில் அணுசக்தி வளர்ச்சியின் பொருட்டுச் செய்ய வேண்டிய ஒவ்வொரு முக்கிய காரியத்தையும் தனியார் துறையைச் சேர்ந்தவர்களே செய்து வருகிறார்கள். ஒப்பந்தங்களைச் செய்து கொண்டு அவர்கள் செய்யும் இந்த பணியைப் பொதுவாக மேற்பார்வையிடும் பணியை மட்டும் சர்க்கார் செய்கிறது. ஆனால் இந்த முயற்சிகளுக்கான பணம் பொது நிதியிலிருந்தே வந்திருக்கிறது. அணுசக்திக் குழு மேற்பார்வையிட்டு வழி காட்டினாலும், நடைமுறை ஆராய்ச்சி, வளர்ச்சி—இவற்றையெல்லாம், ஐக்கிய அமெரிக்காவிலுள்ள தனியார் ஸ்தாபனங்களே அதாவது, கல்லூரிகள், பல்கலைக் கழகங்கள் தொழில் நிறுவனங்கள், இவை யெல்லாம் செய்து வருகின்றன. அணுசக்திக் குழுவின் பிரதான வேலை வழிகாட்டுவதும் வெவ்வேறு இடங்களில் நடந்து வரும் ஆராய்ச்சிகளையும், நடவடிக்கைகளையும் ஒருமித்து இணைப்பதுதான்.

டெல்லியில் உள்ள முக்கிய தேசிய ஆராய்ச்சிக் கூடம் என்னும் பிரபலமான ஸ்தாபனம், அணுசக்திக் குழுவின் சார்பாக கார்பைட் அன்டு கார்பன் கெமிக்கல் கார்ப்பரேஷன் என்ற தனியார் நிறுவனத்தால் நடத்தப்பட்டு வருகிறது. இதைப் போலவே, ஆர்கான் தேசிய ஆராய்ச்சிக்கூடத்தைச் சிகாகோ பல்கலைக் கழகம் நடத்தி வருகிறது. இன்னும் பல ஆராய்ச்சி [illegible] களும் கழகங்களும், அணுசக்திக் குழுவின் சார்பாக நுண் தொழில் கம்பெனிகளாலும் பல்கலைக்கழகங்களாலும் நடத்தப்படுகின்றன.

அணுசக்திக் குழு, கூட்டுக் காங்கிரஸ் கமிட்டி என்னும் இரண்டு குழுக்களும் அரசாங்க ஸ்தாபனங்களே ஆகும். இவற்றைத் தவிர, பொது ஆலோசனைக் குழு ஒன்றை நிறுவிக் கொள்ளவும் 1954-ம் ஆண்டு அணுசக்தி சட்டம் இடம் அளித்திருக்கிறது. [illegible] அமெரிக்க நாடுகளின் பொது வாழ்க்கையைச் சேர்ந்த ஒன்பது முதல்தர விஞ்ஞானிகளும், நுண் தொழில் [illegible] ஞர்களும், இதில் உறுப்பினர்களாகப் பதவி வகிப்பார்கள். அணுசக்தி ஆராய்ச்சி, வளர்ச்சி, பொருட்கள் உற்பத்தி, முதலியவைகளைப் பற்றிய விஞ்ஞான தொழில் நுணுக்க ஆலோசனைகளை எடுத்துக் கூறி அணுசக்திக் குழுவிற்கு இந்தக் குழு வழி காட்டி உதவி செய்யும். இந்த ஆலோசனைக் குழுவின் ஒன்பது உறுப்பினர்களையும் ஜனாதிபதி நியமிக்கிறார். [illegible] ருடைய பதவிக்காலம் சாதாரணமாக ஆறு ஆண்டுகள். அவர்களுக்குச் சம்பளம் கிடையாது. ஆனால் [illegible] சம்பந்தமாக ஆகும் பிரயாணம் முதலிய செலவுகளை அரசாங்கமே கொடுத்துவிடும். இதைத் தவிர, [illegible] இராணுவத் தொடர்புக் குழுவையும் சட்டம் [illegible] திருக்கிறது. இந்தக் குழு அணுசக்தியின் இராணுவ [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] இந்த முன்னணியைச் சேர்ந்த [illegible]
கிறது.

இந்த முன்னணியைச் சேர்ந்த நூற்றுக் கணக்கான கம்பெனிகளும், தனி நபர்களும், தங்கள் அறிவுகளையும் கருத்துக்களையும் ஒருவர்க்கொருவர் பரிமாறிக் கொள்ளும் வாய்ப்பும் பெற்றிருக்கிறார்கள். சர்க்காரோடு பேச்சு வார்த்தைகள் நடக்கும் பொழுது, தொழில் துறையின் சார்பாகப் பேசவும்; இவர்களுக்கு ஓரளவுக்கு வாய்ப்புக் கிடைக்கிறது. இந்தத் தேசிய முன்னணி தன் நோக்கங்களைச் சாதித்துக் கொள்வதில் வெற்றி அடைந்திருக்கிறது என்றுதான் சொல்ல வேண்டும். வருங் காலத்திலும் அந்த வெற்றி தொடர்ந்து கிடைக்கும் [illegible]

அணு சக்தித் துறையில் பணியாற்றும் கம்பெனிகளையும், [illegible] தொழில் [illegible] [illegible]

தில் தனியார் முயற்சியே சிறந்தது என்று நினைப்ப வரும் பலர்.

தனியார் தொழில்

அணு சக்திக் குழுவோடு சாத்தியமான எல்லா வழி களிலும் தனியார் தொழிலினர் ஒத்துழைக்கின்றனர். அணு சக்தித்துறையில் ஏதாவது ஒரு பணியை மேற் கொண்டிருப்பதன் காரணமாக, அந்தப் பணிகளைப் பற் றிய தகவல்களை ஒருவர்க்கொருவர் பரிமாறிக் கொண்டு நன்மை அடையத் தனியார்களின் ஸ்தாபனங்களும் சேர்ந்து ஒத்துழைக்கின்றன. அத்தகைய ஸ்தாபனங் களில் ஒன்று அணு சக்தி முன்னணி என்பது. அது லாப நோக்கமில்லாமல் இயங்குகிறது. நியூயார்க் இராச்சியச் சட்டங்களின் அடிப்படையில் அது அமைக் கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த முன்னணியின் நோக்கங்கள் நான்கு.

1. அமெரிக்க ஜனநாயக மரபுக்கும், வலிய கட்டுப் பாட்டுக்கு உட்படாத போட்டி மரபுக்கும், ஏற்ப அணு சக்தியை வளர்த்துப் பயன் படுத்துவது.

2. தேசத்திற்கோ, தொழில் துறைக்கோ, பொது மக்களுக்கோ, சம்பந்தமான அணு சக்திப் பிரச்னை களைப் பற்றி ஆலோசனைகள் கூற ஒரு ஏற்பாட்டை நிறுவுவது. இதில் தனி நபர்களும், தனியாரின் ஸ்தாப னங்களும் ஒருவர்க்கொருவர் ஆலோசனைகளில் கலந் தும் ஒத்துழைத்தும் பிரச்னைகளைத் தீர்க்க வழி காண முடியும்.

3. தேசப் பாதுகாப்பிற்கு குந்தகம் ஏற்படாத வகையில் அணு சக்தி வளர்ச்சி, உபயோகம், இவற்றைப் பற்றிய செய்திகளைப் பரப்புவது.

4. அணு சக்தி சம்பந்தமான ஆரா ய்ச்சிகளை ஊக்குவித்து வளர்ப்பது.

அணு சக்தியின் சமாதான-கால உபயோகங்களைப் பற்றி விவாதிப்பதற்காக இந்த முன்னணி பல கூட்டங் களை ஏற்பாடு செய்திருக்கிறது. அந்தக் கூட்டத்தின் நிகழ்ச்சிகளையும், விசேஷ ஆராய்ச்சிகளையும், பிரசுரம் செய்கிறது. இந்த வெளியீடுகளில் ஒன்று 1955 ஜூலை மாதம் வெளியிடப்பட்ட "உலகத்தில் அணுசக்தி வளர்ந் துள்ள வரலாறு" என்பது. உலகம் முழுவதும் ஆக்கத் துறையில் அணு சக்தி எந்த அளவுக்கு வளர்ந்து பயன் பட்டிருக்கிறது என்று இந்த வெளியீடு, இயன்ற மட் டும், எடுத்து உரைக்கிறது. அணு சக்தியின் ஆக்கப் பயன்களைப் பற்றிய தகவல்களைப் பொது மக்களுக்கு இயன்ற மட்டும், எடுத்துக்கூற இந்த முன்னணி முயல் கிறது.

இந்த முன்னணியைச் சேர்ந்த நூற்றுக் கணக்கான கம்பெனிகளும், தனி நபர்களும், தங்கள் அறிவுகளையும் கருத்துக்களையும் ஒருவர்க்கொருவர் பரிமாறிக் கொள்ள வாய்ப்பும் பெற்றிருக்கிறார்கள். சர்க்காரோடு பேச்சு வார்த்தைகள் நடக்கும் பொழுது, தொழில் துறையின் சார்பாகப் பேசவும்; இவர்களுக்கு ஓரளவுக்கு வாய்ப்புக் கிடைக்கிறது. இந்தத் தேசிய முன்னணி தன் நோக் கங்களைச் சாதித்துக் கொள்வதில் வெற்றி அடைந் திருக்கிறது என்றுதான் சொல்ல வேண்டும். வருங் காலத்திலும் அந்த வெற்றி தொடர்ந்து கிடைத்துவரும்.

அணு சக்தித் துறையில் பணியாற்றும் கம்பெனி களையும், ஸ்தாபனங்களையும் ஒன்று சேர்க்க வேறு பல தொழில் நிலையங்களும், விஞ்ஞான நிலையங்களும் உதவி செய்து உள்ளன. அவ்வாறு உதவிய நிலையங் களில், தேசியத் தொழில் மகா நாட்டுச் சபை, தேசிய உற்பத்தியாளர்கள் சங்கம், தேசிய விஞ்ஞானக் கழகம், தேசிய விஞ்ஞான-ஸ்தாபனம், ஐக்கிய அமெரிக்க தர நிர்ணயக் கழகம்—ஆகியவை முக்கியமானவை.

11

ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளும் சர்வதேச ஒத்துழைப்பும்

ஜனாதிபதியின் திட்டம்

ஐ. நா. சபையின் பொதுப்பேரவையில் 1953, டிசம்பர் 8-ம் தேதியன்று, ஜனாதிபதி ஐஸன்ஹவர் நிகழ்த்திய "அணு சக்தியும் சமாதானமும்" என்ற உரை வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. விஞ்ஞானத்தில் மட்டுமின்றி, சர்வதேசத் தொடர்பு பற்றியும் துணிகரமான ஆலோசனை ஒன்றை அப்போது அவர் வெளியிட்டார். அணு சக்தியின் சமாதான காலப் பயன்களை உலகிலுள்ள பல நாடுகளும் ஆராயவேண்டும் என்று அவர் கூறினார். ஆக்கமும் நம்பிக்கையும் நிறைந்த ஆலோசனை இது. அணு ஆயுதங்கள் உலக நாடுகளின் கட்டுப்பாட்டின் கீழ் வரவேண்டும் என்று ஐக்கிய அமெரிக்கா கூறிய ஆலோசனைகளை, அர்த்தமற்ற பல காரணங்களைச் சொல்லி, சோவியத்து யூனியன் நிராகரித்து வந்த காலம் அது. அந்தத் தருணத்தில் ஐஸன்ஹவர் இப்படி ஓர் ஆலோசனையைக் கூறியது துணிகரமானது என்றே சொல்ல வேண்டும். சோவியத்து யூனியன் எவ்வளவு எதிர்த்தாலும் சரி, அணு சக்தியின் ஆக்கப் பயன்கள் சம்பந்தமாகக் கிடைக்கும் அறிவை உலக நாடுகள் யாவும் பகிர்ந்துகொள்ள வழி காண வேண்டும் என்ற ஓர் உருப்படியான ஆலோசனையைச்

சமர்ப்பித்தே விடுவது என ஐஸன்ஹவர் உறுதி கொண்டிருந்தார். நிதானமாக, பாரபட்ச நோக்கமின்றி, இந்த ஆலோசனையை அவர் எடுத்துரைத்தார்.

அந்த உரையின் சாராம்சங்களை மட்டும் இங்கே கவனிப்போம். இந்நூலின் முதல் அத்யாயமாக அந்த உரை முழுவதும் தரப்பட்டுள்ளது. ஐ. நா. ஸ்தாபனத்தின் பொதுப் பேரவையில் பேச வாய்ப்புக் கிடைத்ததற்காக நன்றி கூறிவிட்டு, ஐ. நா. சபையை எப்பொழுதும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடு ஆதரித்து வரும் என்று அவர் உறுதி கூறினார். அணு யுத்தத்தினால் உலகிற்குப் பல கேடுகள் நேரும் என்றும், அணு ஆயுதங்கள் மற்ற நாடுகளிடமும் உள்ளன என்றும், கூறிவிட்டு, இன்றைய உலகைவிட இன்னும் சிறந்த உலகம் ஒன்றை உருவாக்குவதே ஐக்கிய அமெரிக்காவின் ஆசை என்றும், தம்முடைய கூற்றுகள் பகற்கனவுகளோ அர்த்தமற்ற வெறும் வார்த்தைகளோ அல்ல என்றும், ஜனாதிபதி வலியுறுத்தினார்.

மேலும் அவர் தொடர்ந்து கூறியதாவது—அணு ஆயுத உற்பத்தியில், நாடுகள் ஒன்றோடொன்று போட்டியிட்டு வருவது தற்பொழுது பெரும் பிரச்னையாகி விட்டது. அப்பிரச்னையைத் தீர்த்தாக வேண்டும். அமெரிக்கா, அணு ஆயுத பயத்தை ஒழிப்பதை மட்டுமின்றி, அணு சக்தியை ஆக்கத் துறையில் பயன்படுத்துவதையும் விரும்புகிறது. ஐ. நா. சபையின் சார்பில், சர்வதேச அணு சக்தி ஸ்தாபனம் ஒன்றை அமைத்து, அதன் மூலமாக அணு சக்தியின் ஆக்கப் பயன்களை ஆராயவும், உலகத்தில் தற்போதுள்ள அணு ஆயுதங்களைக் குறைக்கவும், பாடுபட்டால், கிழக்கு—மேற்கு நாடுகளிடையே எழுந்துள்ள பூசல்களும் மனஸ்தாபங்களும் நீங்க இடம் உண்டு.

ஜனாதிபதியின் இந்த உரையை உலகிலுள்ள சுதந்திர நாடுகள் எல்லாம் பாராட்டிப் புகழ்ந்தன. ஐஸன் ஹவரின் ஆலோசனைகள் அனைத்தையுமோ அல்லது சிலவற்றை மட்டுமோ, சோவியத்து யூனியன் ஏற்றுக் கொள்ளுமாறு செய்வதற்காக ஐக்கிய அமெரிக்க ராஜதந்திரிகள் பொறுமையுடன் முயன்றனர். ஓர் ஆண்டு காலம் ஆகியும் (1954 செப்டம்பர்), இந்த ஆலோசனைகளில் ஒன்றைக்கூடச் சோவியத்து யூனியன் ஏற்றுக் கொள்ள விரும்பியதாகத் தெரியவில்லை. அதற்கு மாறாக, ரஷ்யா சம்பந்தமில்லாத ஒரு சில பிரச்னைகளை எழுப்பித் தடங்கல் செய்தது. ஐக்கிய அமெரிக்காவின் திட்டம் நடைமுறைக்கு ஒவ்வாத சிக்கலான திட்டம் என்று வலியுறுத்திக் கூறிற்று. வழக்கம்போல் இதிலும் ஒரு முட்டுக்கட்டை நிலை வந்துவிட்டது என்று தெரிந்ததும், காரியதரிசி டல்லஸ், சோவியத்து யூனியன் ஒப்புக்கொள்ளாவிட்டாலும் தனது திட்டத்தை அமெரிக்கா நிறைவேற்றத்தான் போகிறது என்று ஐ. நா. சபையின் பேரவையில் 1954 செப்டம்பர் 23ம் தேதி யன்று அறிவித்தார். "அணு சக்தியை பயங்கரப் போர்க் கருவியாக மட்டுமின்றி, மக்களின் நன்மைக்கும் உலக சமாதானத்திற்கும் உதவும் ஒரு புதிய கருவியாகச் செய்ய முடியும் என்று, ஐ. நா. சாஸனத்தின் குறிக்கோள்களை உணர்ந்து, நம்பும் எல்லா நாடுகளோடும் ஒத்துழைத்து, நாம் முன்னேறுவோம்" என்று சொன்னார் அவர்.

ஜனாதிபதி ஐஸன் ஹவரின் திட்டத்தைச் செயல்படுத்த டல்லஸ் நான்கு ஆலோசனைகளைக் கூறினார். முதல்ஆலோசனை ஜனாதிபதிசொன்னது போல,சர்வதேச அணு சக்திக்கு ஸ்தானம் ஒன்றை நிறுவுவது. அடுத்தபடியாக, 1955-ம் ஆண்டு இளவேனிற் காலத்தில், சர்வ

தேச அணு சக்தி மகா நாடு ஒன்று கூட்டுவது. மூன்றாவதாக, அயல் நாட்டு மாணவர்கள் அணு சக்தியின் சமாதான—கால பயன்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளுவதற்காக ஐக்கிய அமெரிக்கா, 1955-ல் ஒரு அணு உலை பயிற்சிப் பள்ளியை ஏற்படுத்துவது; கடைசியாக புற்று நோய்களைக் குணமாக்குவதில் அணு சக்தி எப்படிப் பயன்படும் என்று கவனிக்க அயல்நாட்டு வைத்தியர்களை ஐக்கிய அமெரிக்காவிற்கு வருமாறு அழைக்க வேண்டும் என்பது, அப்படி ஒரு ஓர் அழைப்பையும டல்லஸ் விடுத்தார்.

டல்லஸின் கடைசி இரண்டு ஆலோசனைகளைச் செயல்படுத்த ஐக்கிய அமெரிக்கா விரைவில் முனைந்தது. தொழில் துறையில் வேண்டிய அணு மருந்துகளையும், அணு சக்தியைப் பயன்படுத்தும் தொழில்களில் கையாளவேண்டிய சுகாதார விதிகளையும், கதிரியக்கப் பௌதிகத்தையும், கதிர் வீசும் கருவிகளின் பயன்களையும் அவற்றைக் குறித்த அறிவு பற்றி அயல் நாட்டு மாணவர்களுக்கு பயிற்சி அளிக்கும் பள்ளிகளை நிறுவவும் அணுசக்தி குழு முன்வந்தது. மேலும் தாவர பிராணி இயலிலும், மருத்துவத்திலும், அணுசக்தியின் இயலிலும், உள்ள பயன்களைப் பற்றி பயிற்சித் திட்டங்களையும் நிறுவிற்று. மருத்துவப் பயிற்சி,பெரும்பாலும் புற்று நோய் ஆராய்ச்சியைப் பற்றியதாகவே இருந்தது. கதிரியக்க ட்ரேஸர் முறைகளைப் பற்றி அயல்நாட்டு மாணவர்களுக்கு விசேஷப் பயிற்சிகள் அளிக்கும் வசதிகள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. இந்தப் பயிற்சிகள் எல்லாம் பிரபல அமெரிக்கப் பல்கலைக் கழகங்களிலோ, அல்லது அணுசக்திக்குழுவின் ஆராய்ச்சிக்கூடங்களிலோ நடைபெற்றன. ரஷ்யா முட்டுக்கட்டை போட்டதைப் பொருட்படுத்தாமல், தான் பெற்றுள்ள அறிவைத் தேவைப்

பட்டு விரும்பும் நாடுகளோடு பகிர்ந்துகொள்வது என்று ஐக்கியஅமெரிக்கா உறுதி கொண்டிருந்தது. சில அயல் நாடுகளில் ஆராய்ச்சி அணு உலைகளைக் கட்டவும், மற்றவகையான ஆராய்ச்சிகளுக்காகவும் 440 ராத்தல் யுரேனியம் 235-ஐ தரப்போவதாக அணு சக்தி குழு 1954-ம் ஆண்டு நவம்பர் மாதம் அறிவித்தது. சுமார் ஒன்றரை ஆண்டுகள் கழித்து, 1956 பிப்ரவரி மாதம் 22-ம் தேதியன்று, ஜனாதிபதி ஐஸன்ஹவர், 44,000 ராத்தல் யுரேனியம்—235ஐ ஆக்கப்பயன்களுக்காக, அயல்நாடுகளுக்குத் தர அமெரிக்கா தயாராயிருப்பதாக அறிவித்தார். 50 கோடி டாலர் பெறுமானமுள்ள இந்த யுரேனியம், ஒத்து உழைக்கும் அயல் நாடுகளுக்குக் கிடைக்கும் என்றும், தேவைப்பட்டால் இன்னும் அதிக மாகவும் கிடைக்கும் என்றும் அவர் அறிவித்தார். இவ்வாறு, வேறு நாடுகளோடு தன் அறிவைப் பகிர்ந்து கொள்ள முனைந்ததோடு, ஐ.நா. ஸ்தாபனத்தின் சார்பில் ஒரு சர்வதேச அணு சக்தி ஸ்தாபனமும் ஏற்படுத்தப்படவேண்டும் என்று சோவியத் யூனியனை இணங்கச் செய்வதற்காக, அமெரிக்கா தொடர்ந்து முயற்சி செய்தது. மேலும் 1955ல் வசந்த காலத்தில், ஒரு சர்வதேச அணு சக்தி மகா நாட்டையும் கூட்டமுயன்றது. அமெரிக்காவின் இந்த இரண்டு ஆலோசனைகளையும் ஐ. நா. ஸ்தாபனத்தினர் நீண்ட காலம் கவனத்துடன் சர்ச்சை செய்தார்கள். ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் ரஷ்யா ஏதாவது கூறி, முட்டுக்கட்டைபோட்டுக்கொண்டே யிருந்தது.

1955 பிப்ரவரி மாதம் 1-ம் தேதியன்று, அணு சக்தியின் ஆக்கப் பயன்களை விவாதிப்பதற்கான சர்வதேச மகாநாடு கூடவேண்டும் என்ற ஆலோசனை ஒரு வகையாகவெற்றிபெற்றது. அமெரிக்காவின் வேண்டுகோளின் பேரில் இந்தக் கூட்டத்தைக் கூட்டுவதற்கு

ஐ. நா. பேரவை வோட்டளித்தது. சோவியத் யூனியன் வெறும் வார்த்தைகளை வைத்துக்கொண்டு கிளப்பிய தகராறுகளை எதிர்த்து, அமெரிக்காசெய்த விடாமுயற்சி கடைசியாக வெற்றியைக் கண்டது. அதன் பயனாக 1955 ஆகஸ்டு 8-லிருந்து 20-ம் தேதி வரை 84 நாடுகள் கொண்ட ஒருமகாநாடு ஸ்விட்சர்லாந்தில் ஜினிவா நகரத்தில் கூடிற்று. இருபதாவது நூற்றுண்டில் கூடிய சர்வதேச மகாநாடுகளில் மிகமிக முக்கியமானது என்று இதைச் சொல்லலாம்.

இரு தரப்பு உடன்பாடுகள் :

சர்வதேச அணுசக்தி ஸ்தாபனம் ஒன்றை நிறுவுவதற்காக ரஷ்யாவோடு முடிவில்லாமல் வாது செய்து கொண்டும், மகாநாட்டை கூட்டுவதற்காக வேண்டிய முயற்சிகளைச் செய்து கொண்டும் இருக்கையிலேயே, அமெரிக்கா தன் நுணுக்க அறிவை வேறு நாடுகளோடு பகிர்ந்து கொள்ள முனைந்து வந்தது. எல்லா நாடுகளுக்கும் பொதுவாக ஒரு உடன்பாடு ஏற்படாததாலும் அந்த உடன் பாட்டைச் செயல் படுத்த ஒரு ஸ்தாபனம் இல்லாததாலும், தன்னுடன் நேசம்கொண்ட நாடுகளோடு மட்டும் ஒத்துழைப்பு ஒப்பந்தங்களை அமெரிக்கா செய்து கொள்ளத் தொடங்கிற்று. ஒவ்வொரு நாடோடும், தனித் தனியாக, இந்த ஒப்பந்தங்கள் செய்து கொள்ளப் பட்டன. இந்த "இரு தரப்பு ஒப்பந்தங்கள்" 1956 டிசம்பர் 31-க்குள் முப்பத்தொன்பது அயல் நாடுகளோடு செய்யப்பட்டு விட்டன. அணு சக்தியின் ஆக்கத் துறையில் சர்வதேச ஒத்துழைப்பு எப்படி அமையவேண்டும் என்ற விவாதத்தில், அந்தச் சொற்களைப் போடக்கூடாது, இந்தச் சொற்கள் சரியல்ல, என்றெல்லாம் போக்கற்ற தோரணையில் ரஷ்யா, வாய்ச் சண்டையில் ஈடுபட்டிருந்த சமயத்தில், அமெரிக்காவோ

மற்ற நாடுகளோடு தன் அ...
பகிர்ந்துகொள்ளத் தொடங்கிவிட்டது.

இந்த இரு தரப்பு ஒப்பந்தங்கள் எல்லாம் ஒரேவகை
யானவையே. ஐக்கிய அமெரிக்கா விடமிருந்து
ஆராய்ச்சி அணு உலைகளைப் பற்றிய தகவல்களையும்
அவற்றின் உபயோகங்களைப் பற்றிய செய்திகளையும்,
ஒப்பந்தம் செய்து கொண்ட நாடுகள் பெற்றுக்கொள்
ளும் என்பதுதான் இந்த உடன்பாடுகளின் சாராம்சம்.
ஒவ்வொரு தேசத்திற்கும் ஐக்கிய அமெரிக்க அணு சக்
திக் குழு 13·2 ராத்தல் வலிமையூட்டிய யுரேனியம்
235-ஐக் குத்தகையாகக் கொடுக்கும். இந்த யுரேனி
யத்தை ஒப்பந்தத்தில் குறிப்பிட்டவாறு பயன்படுத்துவ
தாகவும் பாதுகாப்பதாகவும் ஒப்பந்தநாடு ஒப்புக்கொண்
டது. ஆராய்ச்சி அணு உலைகளைப்பற்றியும் அதற்குத்
தொடர்புள்ள ஆரோக்கியம் பாதுகாப்பு, ஆகியவற்றைச்
சார்ந்த பிரச்னைகளைப் பற்றியும் கதிரியக்க ஐஸடோப்பு
களை மருத்துவம், விவசாயம்,தொழில் ஆராய்ச்சி ஆகிய
வற்றிற்குப் பயன் படுத்துவதைப் பற்றியும், அதுவரை
பாகுபடுத்தப் படாதிருந்த தகவல்களைப் பரிமாறிக்கொள்
வது என்று இருதரப்பினரும் ஒப்புக் கொண்டார்கள்.

பெல்ஜியம், கானடா, கிரேட் பிரிட்டன் ஆகிய நாடு
களோடு அமெரிக்கா செய்த இரு தரப்பு ஒப்பந்தங்கள்
இன்னும் விரிவானவை. இரண்டாம் உலக யுத்தத்தின்
பொழுதும், பின்னரும், இந்நாடுகளோடு அணுசக்தி
ஆராய்ச்சியில் ஐக்கிய அமெரிக்கா நெருங்கி உழைத்த
தால், பாகுபடுத்தப்பட்டவையும், படாதவையுமான இரு
வித் தகவல்களையும் பரிமாறிக் கொள்வது என ஒப்பந்
தம் செய்து கொண்டார்கள்.

அணுசக்தியின் சமாதான காலப் பயன்களைப் பற்
றிய ஜினிவா மகாநாட்டிற்கு உலகிலுள்ள அணு விஞ்

...
வந்தனர். அமெரிக்காவின் ஆர்வம் உச்ச நிலையில்
இருந்தது. ஏனெனில், மகாநாட்டில் நுணுக்கக் கட்டு
ரைகள் ஆராயப் படவேண்டும் என்று யாராவது விரும்
பினால், சமர்ப்பிக்கலாம் என்று அணுசக்திக் குழு அறி
வித்தபொழுது, ஐக்கிய அமெரிக்காவிலுள்ள 1,100
விஞ்ஞானிகளும், நுணுக்க நிபுணர்களும் கட்டுரைகளை
அனுப்பினர். இந்தக் கட்டுரைகளில் முதலில் ஐ. நா.
சபைக்கு அனுப்பப்பட்டவை 189. அப்பொழுது அணு
சக்திக் குழுவின் தற்காலிகத் தலைவராயிருந்த வில்லார்ட்
எப். லிப்பி கூறியதாவது. “இத்தனை கட்டுரைகளை
நமது நாடு அனுப்பியுள்ளதைப் பார்க்கும்பொழுது,
அணு சக்தியின் ஆக்கப்பயன்களையும், ஆராச்சி முடிவு
களையும் உலகத்தோடு பகிர்ந்துகொள்ள நமக்கிருக்கும்
பேரார்வம் புலனாகிறது. மேலும், மகாநாட்டின் விரி
வான நிகழ்ச்சி நிரலில் காணப்படும் எல்லாப்பகுதிகளி
லும் அமெரிக்கா முக்கியமான பங்கு எடுத்துக் கொள்
ளும் என்பதற்கு இதுவும் ஓர் அத்தாட்சியாகும்” என்று
அவர் கூறினார்.

ஜினீவா மகாநாடு :

இந்த மகாநாட்டின் நடவடிக்கைகள் பூராவும்
பதினாறு பெரிய புத்தகங்களில் அடங்கியுள்ளன.
அவற்றில் விஞ்ஞானக் கட்டுரைகளும் தொழில்
நுணுக்கக் கட்டுரைகளும் 1,067 ஆகும். அவற்றில் 512
ஐக்கிய அகமரிக்க நாட்டிலிருந்து வந்தவை. இதனால்
அணு விஞ்ஞானிக்கு அபாரமான அளவுக்குத் தகவல்
கள் கிடைத்தன. முக மலர்ந்த சூழ்நிலையில் உலகத்தின்
எல்லா அணு விஞ்ஞானிகளும் கூடி, அறிவையும்
கருத்துக்களையும் பரிமாறிக்கொள்ள வாய்ப்பு அளித்த

முதல் மகாநாடு இது. இந்த வாய்ப்பு நல்ல பயனையும் அளித்தது. 1955 ஆகஸ்ட் 8 முதல் 20-ம் தேதிவரை நடந்த இந்த மகாநாட்டில் 73 நாடுகளும் 8 விசேஷ ஸ்தாபனங்களும் கலந்து கொண்டன.

அப்போது பல சர்வதேச மகாநாடுகளின் பீடமாக விளங்கிய ஜினீவா நகரம் எங்கும் சுறுசுறுப்பே காட்சியளித்தது. மாநாட்டிற்கு அதிகார பூர்வமாக வந்த பிரதிநிதிகள் 1,428 பேர். அதிகார பூர்வமாகப் பார்வையிட வந்தவர்கள் 1,334 பேர். இதைத்தவிர, பத்திரிகை ரேடியோ, டெலிவிஷன், முதலியவற்றிற்குச் செய்தி அனுப்ப, 902 நிருபர்கள் வந்திருந்தார்கள். எங்கு கூட்டம் நடந்தாலும், சர்ச்சைகள் நடந்தாலும், நட்புணர்வும் ஒத்துழைப்பும் ததும்பி நின்றன. வந்திருந்த பிரதிநிதிகள் பிறருக்குக் கற்பிப்பதோடு, தாம் கற்றுக் கொள்வதிலும் ஆர்வம் காட்டினர். சர்வதேச ஒத்துழைபில் முதற் பெரும் கட்டமாக விளங்கிய ஜனாதிபதி ஐஸன் ஹவரின் பிரசங்கத்தைப்பற்றி (ஐ. நா. பேரவையில் அவர் பேசிய "அணு சக்தியும் சமாதானமும்" என்ற பேச்சு) அங்கு உரை நிகழ்த்தியவர்கள் அடிக்கடி குறிப்பிட்டார்கள்.

மகாநாட்டில் இரண்டு விதக் கூட்டங்கள் நடந்தன எல்லாப் பிரதிநிதிகளும் கூடும்போது பேரவைகளில், வருங்காலத்தில் உலகிலுள்ள தொழில் முதலிய முயற்சிகளுக்கு எந்த அளவுக்குச் சக்திகள் தேவைப்படும், அணு சக்தி வளர்ச்சியின் பொருளாதாரப் பிரச்னைகள் என்ன என்பவைபோன்ற பிரச்னைகளைப் பொதுவாக விவாதித்தனர். தனித்தனியே சமகாலத்தில் சிறு அரங்குகளில் அணு உலைகள், அணு எரிபொருளாக உதவக்கூடிய மூலகங்கள், அணுப்பிளவுப்பொருள்கள், போன்ற விஞ்ஞானச் செய்திகளையும் தொழில் நுணுக்கச் செய்திகளையும் சர்ச்சை செய்தனர். இவற்றைத் தவிர மாலை நேரங்களில் பத்து விசேஷச் சொற்பொழிவுகள் நிகழ்ந்தன. உலகின் பிரபல விஞ்ஞானிகள், பொது விஷயங்களையோ அல்லது விஞ்ஞான விஷயங்களையோ பற்றி இந்த உரைகளில் ஆராய்ந்தார்கள். ஐக்கிய அமெரிக்காவும் வேறு எட்டு நாடுகளும் இந்த மாநாட்டில் பல சாதனங்களையும் அமைப்புகளையும் காட்சிக்கு வைத்திருந்தன. ஐக்கிய அமெரிக்கா வைத்திருந்த சாதனங்களில் முக்கியமானது ஒரு "நீந்தும் குட்டை அணு உலை" மாதிரி உலை அல்ல; நிஜமான உலையே. மாநாடு முடிந்ததும், ஸ்விட்ஸர்லாந்து நாடே இந்த அணு உலையை விலைக்கு வாங்கிக் கொண்டது.

மாநாடு நடந்த சமயத்தில், ஜினீவாவில் கல்வி—வர்த்தகப் பொருட்காட்சி ஒன்றும் நடந்தது. இந்தக் காட்சிகள் மாநாட்டின் அதிகார பூர்வமான பகுதியல்ல. பிரஞ்சு, பிரிட்டிஷ் கம்பெனிகள் வர்த்தகப் பொருட்காட்சிகளை ஏற்பாடு செய்திருந்தன. "அணு சக்தியும் சமாதானமும்" என்ற தலைப்பில் ஐக்கிய அமெரிக்கா ஒரு கல்விப் பொருட் காட்சியை அமைத்திருந்தது. இதில் அமெரிக்க வர்த்தகதொழில், கம்பெனிகளும் தங்கள் பொருள்களைக் காட்சிக்கு வைத்திருந்தன. மாநாட்டின் பொழுது, ஒரு சிறிய அரங்கில் தொழில் நுணுக்கத் திரைப்படக்காட்சிகளும், டாகுமெண்டரி செய்தி திரைப் படக்காட்சிகளும் தினந்தோறும் ஏற்பாடாகியிருந்தன. ஆங்கிலம், பிரஞ்சு, ரஷ்யன், ஸ்பானிஷ்—ஆகிய மொழிகளில் மொத்தம் 21 திரைப் படங்கள் காட்டப் பட்டன.

மாநாட்டின் நடவடிக்கைகளை முழுவதும் விவரமாகக் கூற இங்கு இடமில்லை. ஐக்கிய அமெரிக்காவின் அதிகாரபூர்வமான பிரதிநிதிகள் என்னென்ன கூறினார்கள், செய்தார்கள், என்பதை மட்டும் சுருக்கமாகப் பார்ப்

போம். மாநாடு தொடங்கிய பொழுது நடந்த பேரவைக் கூட்டத்தில், அமெரிக்கப் பிரதிநிதிகளின் தலைவரான ஸ்ட்ராஸ் என்பவர், அணு சக்தியின் ஆக்கப்பயன்கள் சம்பந்தமாக உலக நாடுகளோடு ஒத்துழைத்து, உலக முன்னேற்றத்திற்குப் பாடுபட அமெரிக்கா விரும்பு கிறது என்று ஜனாதிபதி கூறியதை மீண்டும் எடுத்துக் கூறினார். மகாநாட்டைப் பற்றி ஜனாதிபதி கூறியதே குறிப்பிடத் தக்கது.

'இவ்வாறு முக்கியமான, பரந்த நோக்கமும், ஆர்வமும், கொண்ட ஒரு விஞ்ஞானக் கூட்டம் இதுவரை கூடியதே இல்லை. இந்த மாநாட்டில் உலகத்து மக்களின் பிரதிநிதிகளெல்லாம் வந்து கலந்து கொண்டிருக்கிறார்கள். இடைக்காலத்தில் அறுந்துபோன விஞ்ஞானத் தொடர்பை மீண்டும் தேசங்களிடையே நிலைநிறுத்த ஓர் அரிய வாய்ப்பு இப்பொழுது கிட்டியிருக்கிறது. மகாநாடு நடக்கும் ஸ்விட்ஸர்லந்து நாடு அமைதி, நட்பு, விருந்தோம்பல், சுதந்திரம்—முதலிய பண்புகளுக்குப் பெயர்பெற்ற நாடாகும். இந்த நல்ல மண்ணில் உலக நட்பு செழித்து வளரட்டும். அணு சக்தியின் ஆக்கத்துறையில் ஒவ்வொரு நாடும் தான் அடைந்துள்ள அறிவையும் திறங்களையும் மற்ற நாடுகளுக்கும் சொல்லிப் பகிர்ந்து கொள்ளட்டும்"

என்ற செய்தியை விடுத்தார் ஜனாதிபதி.

மாநாட்டின் முடிவில் கூடிய பேரவைமுன் ஐக்கிய அமெரிக்காவின் அணுசக்திக் குழுவினரான டாக்டர் வில்லார்ட் எப். லிப்பி "அணுசக்தியின் ஆக்கப்பயன்கள் சம்பந்தமாக உலக நாடுகளிடையே ஒத்துழைப்பும், அமெரிக்கத் திட்டமும்" என்ற ஒரு கட்டுரையைச் சமர்ப்பித்தார். அதில், அணு சக்தியின் ஆக்கப்பயன்

களைப்பற்றிய அறிவை உலக நாடுகளுடன் பகிர்ந்து கொள்ள அமெரிக்கா என்னென்ன செய்திருக்கிறது என்பதை அவர் எடுத்துரைத்தார். 47 அயல் நாடுகளுக்கு அமெரிக்கா கதிரியக்க — ஐஸடோப்புகளை அனுப்பியதையும், கதிரியக்க—ஐஸடோப்புகளைக் கையாள்வதிலும் மற்ற நாட்டாருக்கு அமெரிக்கா பயிற்சி அளித்ததையும், அணு உலை இயலிலும், புற்றுநோய் ஆராய்ச்சியிலும், பயிற்சி அளித்து வருவதையும், தேவைப்படுகிற நாடுகளுக்கு விஞ்ஞான நூலகங்களையும் தொழில் நுணுக்க நூல்களை அமெரிக்கா அளித்து வருவதையும் அவர் குறிப்பிட்டார். ஐக்கிய அமெரிக்கா, பல நாடுகளுடன் "இருதரப்பு" ஒப்பந்தங்கள் செய்து கொண்டிருப்பதையும் லிப்பி கூறினார். "இவைமட்டுமல்ல. அணு சக்தியைப் பற்றிய செய்திகளை ஆராய உலக நாடுகள் யாவும் ஒத்துழைத்து முனையவேண்டும். அதற்கு ஒரு சர்வதேச ஸ்தாபனம் இயங்க வேண்டும் என்று அமெரிக்கா கூறியுள்ள ஆலோசனையை நீங்கள் கவனிக்கவேண்டும்" என்றும் அவர் வற்புறுத்தினார்.

நுணுக்கப் பிரிவுகளிலும் ஐக்கிய அமெரிக்கா கணிசமான அளவில் பங்கெடுத்துக் கொண்டது. நிகழ்ச்சி நிரலில் உள்ள ஒவ்வொரு விஷயத்தைப் பற்றியும் ஐக்கிய அமெரிக்கா ஒரு கட்டுரையைச் சமர்ப்பித்தது. ஒவ்வொரு வேளையிலும் யாராவது ஓர் அமெரிக்க நிபுணர் உரை நிகழ்த்தி, தன் கட்டுரையைச் சமர்ப்பிப்பார், பொதுவான முறை இதுதான். ஒருவர் தமது கட்டுரையைப் படிப்பார். பின்பு அதன்மீது சர்ச்சைகள் தொடங்கும். பகிரங்கமாகப் பேசப்பட்ட பல செய்திகளைப் பற்றி இந்த மாதிரியாகப் புகுந்து ஆராய்ந்தது பயனளித்தது. அந்த அரிய தகவல்களை எல்லோரும் புரிந்து கொண்டு, மனதில் பதிந்துக்கொள்ள வாய்ப்புக

கிடைத்தது. சர்ச்சைகள் சுருக்கமாக இருக்க வேண்டிய நிர்ப்பந்தம் இருந்தாலும், தக்க பயன் உண்டாயிற்று. மாநாட்டின் தொழில் நுணுக்க அரங்குகளில் வாசிக்கப்பட்ட பல கட்டுரைகள் ஐக்கிய அமெரிக்க நிபுணர்கள் சமர்ப்பித்தவையாகும். இந்த நிபுணர்களில் பலர் அணு விஞ்ஞானத்தின் அந்தந்தத் துறையில் முன்னணியில் நின்றவர்கள்.

மாநாட்டில் சமர்ப்பிக்கப்பட்ட எல்லாக் கட்டுரைகளைப் பற்றியும், தொழில் நுணுக்க அரங்குகளில் நடந்த சர்ச்சைகளைப் பற்றியும், ஐக்கிய அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த 11 விஞ்ஞானக் காரியதரிசிகள் அறிக்கைகளைத் தயாரித்தனர். அதோடு, சர்ச்சைகளுக்குத் தயார் செய்து கொள்ளப் பிரதிநிதிகளுக்கு வேண்டிய உதவி அளிக்கவும் இந்தக் காரியதரிசிகள் துணை செய்தார்கள். அதிகார பூர்வமாகக் கலந்து கொண்ட பிரதிநிதிகளின் அறிக்கைகளின் ஒரு பகுதியாகவே இந்தக் காரியதரிசிகளின் அறிக்கைகளும் ஐக்கிய அமெரிக்க அரசாங்கக் காரியதரிசிக்கு அனுப்பப்பட்டன. இந்த மகாநாட்டு நடவடிக்கைகளும், அங்கே சமர்ப்பிக்கப்பட்ட கட்டுரைகளும், ஒரு வார்த்தை விடாமல், ஐ. நா. சபையின் அலுவலகத்தால் பிரசுரிக்கப்பட்டுள்ளன.

மாநாட்டில் நடந்த மாலைச் சொற்பொழிவுகளில் நான்கு ஐக்கிய அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் நிகழ்த்தியவை. "தீவிர மின்சக்தி உந்திகள்", "அடிப்படைத் துகள்கள் : இலேசான மேஸான்கள்", "கதிரியக்க-கார்பனின் உதவியால் கால நிர்ணயம்", "கதிரியக்கத்தின் எதிர் விளைவுகளை மாற்றுவது", என்ற நான்கு தலைப்புகளைப் பற்றி அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் பேசினர். முன்பு குறிப்பிட்டவாறு, பொதுவான விஞ்ஞானப் பிரச்சினை

களைப் பற்றியோ பொது நன்மைப் பிரச்னைகளைப் பற்றியோதான் இவை ஆராய்ந்தன.

ஜினிவாவில் நடந்த மகாநாடுகள், சர்ச்சைகள், எல்லாம் மிகவும் முக்கியமானவைதாம். இந்த மாநாட்டை ஒட்டி நடந்த வேறு சில நிகழ்ச்சிகளும், (இவற்றைப் பற்றி நாம் மேலெழுந்த வாரியாகத்தான் குறிப்பிட்டிருக்கிறோம்) மாநாட்டுக்கு வந்த பிரதிநிதிகள், உலகப் பத்திரிகை—ரேடியோ நிருபர்கள் ஆகிய எல்லோரையும் வெகுவாகக் கவர்ந்தன. உதாரணமாக, ஐக்கிய அமெரிக்காவின் தொழில் நுணுக்கப் பொருட்காட்சியை சுமார் 36,000 பேர் பார்த்தனர். ஐக்கிய அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த 106 கம்பெனிகளும், கல்வி ஸ்தாபனங்களும் அமைத்திருந்த இந்த அதிசயக் காட்சியில், 10 அணு உலை மாதிரிகள், கதிரியக்க மூலகங்களின் சாம்பிள்கள் (நிஜமான சாம்பிள்கள்), "மேக அறை" என்ற பெரிய அமைப்பு (நிஜமாக இயங்குவது), தீவிர கதிரியக்கத்திற்கிடையே பரிசோதனை நடத்தும் ஒரு நிஜ ஆராய்ச்சிக்கூடம், கதிரியக்கத்தைக் கண்டு பிடித்துத் துலக்கும் கருவிகள், கதிர் வீசப்பட்ட சில தாவர சாம்பிள்கள், ஒரு மின்சார மூளை (ஆலோசித்துக் கணக்குப் போடும் எலெக்டிரானிக் சாதனம்), மருத்துவத் துறையில் அணு சக்தியின் பயன்களைப் பற்றிய ஒரு காட்சி—இவை யெல்லாம் அங்கு இடம் பெற்றிருந்தன.

ஐக்கிய அமெரிக்கா அமைத்திருந்த அளவுக்குப் பெரிதாகக் காட்சி அமைத்திருந்த நாடு சோவியத்து யூனியன்தான். அந்தக் காட்சியில் மூன்று அணு உலை மாதிரிகள், பல கதிரியக்க தாதுச் சாம்பிள்கள், பரிசோதனைக்கான சாதனங்கள்—இவையாவும் இருந்தன. அணு சக்தியை ஆக்கத் துறையில் பயன்படுத்தும்

[illegible] முன்னேறியிருந்தாலும், அவ[illegible] [illegible] சாதனங்களும் ஐக்கிய அமெரி[illegible] [illegible] இல்லை என்று அந்தக் காட்சியை [illegible] பொதுவாக ஓர் அபிப்பிராய[illegible] [illegible].

[illegible] வேறு பகுதியில், கிரேட் பிரிட்ட[illegible] ஒரு [illegible] காட்சியை ஏற்பாடு செய்திருந்தது. [illegible] தங்கள் "கால்டர் ஹால்" அ[illegible] [illegible] சிற்றளவாக அமைந்த ஒரு மாதிரியை [illegible] காட்சிக்கு வைத்திருந்தார்கள். அதை[illegible] [illegible] வேறு ஆறு அணு உலைகளைப் பற்றியும் தகவ[illegible] கொடுத்திருந்தனர். கனடாவும், ஸ்காண்டிநேவிய [illegible] அணு உலை மாதிரிகளை வைத்திருந்த[illegible] இடம் விட்டு இடம் எடுத்துச் செல்லக்கூடிய [illegible] எக்ஸ்-ரே சாதனத்தை ஸ்விடன் காண்பித்தது. பற்ப[illegible] கருவிகளைக் காட்சிக்கு வைத்த பெல்ஜியம், பல ஆராய்[illegible] சித் திட்டங்களை வர்ணனையாகக் காட்டியதோடு [illegible] பிரபல வின்கோலேவ்லே [illegible] சுவர் ஓவியங்களாக வரை[illegible] திருந்தது. [illegible] காட்சியில் அணுப் பொருளைத் [illegible] வேலைகளைப் பற்றியும், [illegible] முறைகளைப் பற்றியும் விளக்கியிருந்தா[illegible] [illegible] ஓர் அணு உலையின் மாதிரியின் [illegible], அணு உலையை இயக்கும் சாதன[illegible] [illegible], பிரெஞ்சுக் காட்சியி[illegible] [illegible].

[illegible] காட்சிப் பொருளாக [illegible] [illegible] அணு உலையைப் [illegible] [illegible] கொண்டு வந்து

அங்கே அமைத்திருந்தார்கள். [illegible] ஆராய்ச்சிக்கூடம் அமைத்து [illegible]. அணு உலை இது. ஐக்கிய அமெரிக்கா [illegible] கொண்ட இருதரப்பு ஒப்பந்தப்படி, அந்த நோக்கை பார்த்து அமைக்கட்டும் என்ற [illegible] பட்ட மாதிரி-உலை அது. அதன் [illegible] யுரேனியம், வளமையூட்டிய யுரேனியம். அதாவது அதில் 20 சதவிதம், யுரேனியம்-235 என்ற அணு [illegible] படும் ஐஸடோப்பாகும். ஆக்கப் பணிகளுக்கு உப யோகிக்கப்படும் ஒரு சர்வதேச அணுப்பிளவுப்பொருளை சேமிப்பிற்கு, இந்த வளமையூட்டிய [illegible] தன் பங்காகத் தரப்போவதாக அமெரிக்கா உறுதி யளித்திருந்தது.

இந்த அணு உலையை [illegible] வில் என்னும் இடத்திலிருந்து, ஜினிவாவுக்கு விமான மூலம் கொண்டு வந்தார்கள். C-124 [illegible] C-54 என்ற இரு விமானங்கள் அதைக் கொண்டு வந் தன. அது வந்து சேர்ந்த 14 காட்களுக்குள்ளாக அதை இணைத்து அமைத்து, முதல் முதலாக இயக்கி விட்டார் கள். பொருட்காட்சிக் கட்டடத்தின் [illegible] இந்த உலைவைக்கப்பட்டது. அதன் [illegible] உருளை வடிவமான ஒரு இரும்புத் தொட்டிக்குள் இருந் தது. 10 அடி குறுக்களவு கொண்ட அந்தத் தொட் டியை [illegible] கெட்டிப் பாறையாக இருக்க [illegible] 20 அடி ஆழத்திற்கு இறக்கியிருந்தனர். [illegible] திருந்த வேளைகளில் [illegible] ஒரு [illegible] அணு உலை இயக்கப்படும். அதன் [illegible] கிலோவாட்டு அளவுக்கு அதை இயக்கச் செய்வார்கள். அந்த உலையில் 23 [illegible] தொட்டியின் அடியில், [illegible]

கொண்ட ஒரு பீடத்தின் மீது பற்பல அலுமினிய அறைகளுக்குள் இந்த மூலகங்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தொட்டியிலுள்ளது 1,3000 காலன் சாதாரணத் தண்ணீர். நியூட்டிரான்களின் வேகத்தைக் குறைப்பது, உலையின் வெப்பத்தைத் தணிப்பது, கதிர் வீச்சுகளைத் தடுப்பது—ஆகிய மூன்று வேலைகளையுமே இந்தத் தண்ணீர் செய்கிறது.

மகாநாடு முடிவடைந்தவுடன், ஸ்விஸ் அரசாங்கத்திற்கு இந்த உலை விற்கப்பட்டது. ஸ்விஸ் அரசு, அணு உலை லிமிடெட் என்ற கம்பெனியிடம் அதை ஒப்படைத்தது. இந்தக் கம்பெனியின் மூலதனத்தில் முக்கால் பங்கு ஸ்விட்ஸர்லந்து தனியார் தொழிற் துறையினர் போட்டது; கால்பங்கை ஸ்விஸ் அணு சக்திக் குழு போட்டது. ஸ்விட்ஸர்லந்து அரசாங்கம் அமெரிக்காவுடன் செய்து கொண்ட 'இருதரப்பு' ஒப்பந்தமே அமெரிக்காவிடமிருந்து இந்த உலையை அந்நாடு வாங்கிக் கொள்வதற்கு ஆதாரமாயிருந்தது. இந்த ஒப்பந்தம் 1955 ஜூலை மாதம் 18-ம் தேதி கையெழுத்தாயிற்று. உடனே ஆகஸ்ட்டு 20-ம் தேதியன்று கிரயப் பத்திரங்களில் கையெழுத்திட்டனர். இரண்டு நாள் கழித்து, ஸ்விட்ஸர்லந்து; அணு உலைக் கட்டடத்தைத் தன் வசமாக்கிக் கொண்டது.

ஜினிவாவில் உள்ள சர்வதேச மாளிகையில் நுணுக்க நூல்கள் அடங்கிய ஒரு நூல் நிலையத்தையும் காட்சிக்காக அமெரிக்கா வைத்திருந்தது. மகாநாடு முடிந்ததும், அந்த நூல்களை ஐ. நா. சபையின் நூல் நிலையத்திற்கு நன்கொடையாக அளித்தது. இந்தத் தொகுதியில் அடங்கிய நூல்களும், ஏடுகளும் பின் வருமாறு:—

1. அமெரிக்கப் பிரசுரகர்த்தர்கள் வெளியிட்ட 150 அணு சக்தி நூல்கள்.
2. புகைப்படங்கள் அடங்கிய அச்சிட்ட அறிக்கைகளின் 5,200 பிரதிகள். இவற்றை வேண்டும்போது எளிதாக எடுத்துப் பார்ப்பதற்காக அமைந்த அட்டவணை அட்டைகள் 55,000.
3. அணு சக்தியைப் பற்றிய கட்டுரைகள் கொண்ட 62 சஞ்சிகைகள்.
4. ஐக்கிய அமெரிக்கா வைத்திருந்த பொருட்காட்சியை விளக்கும் 48 அறிக்கைகள்.
5. அணு சக்திக் குழு வெளியிட்ட 7000 அறிக்கைகளின் நுண்ணிய அளவில் அச்சிடப்பட்ட சின்னஞ்சிறு அட்டைகள். [பெரிய புத்தகங்கள் இடத்தை அடைத்துக் கொள்ளும் என்பதற்காக நுண்ணிய அச்சில் அச்சிடும் பழக்கம் இப்பொழுது வந்துவிட்டது]

5A. இந்த அட்டைகளை எடுத்து வாசிக்க உதவுவதற்காக இரண்டு இயந்திரங்கள். [இவை அட்டைகளில் உள்ள எழுத்துக்களைப் பெரிதாக்கித் திரைப்படம் போலக் காட்டும்]

6. மகாநாட்டில் சமர்ப்பிக்கப்பட்ட கட்டுரைகளின் 2 பிரதிகள்.
7. வர்த்தகக் காட்சிகளாக வைத்திருந்த 89 தகவல் சஞ்சிகைகள்.

இத்தனையும் அமெரிக்கா அளித்த நன்கொடையில் அடங்கியிருந்தன. ஐ. நா. சபைக்கு மட்டுமின்றி, ஐக்கிய அமெரிக்காவிலேயே உள்ள 47 ஸ்தாபனங்களுக்கும், 35 அயல் நாடுகளுக்கும், அகில உலக ஸ்தாபனங்களுக்கும் இதே மாதிரியாக, அமெரிக்க அணு சக்தி

[illegible] அளித்திருக்கிறது. மேலும், புதிய [illegible] வெளியிடப்பட்டால், அவற்றையும் இந்த [illegible] அணு சக்திக் குழு தந்து உதவும். [illegible] நூல் நிலையங்கள் முழுமை பெறமுடியுமா? இன்றுவரை வந்த செய்திகளைப் பற்றி அறிவிப்பதாக உதவாவிட்டால், ஒரு நூல் நிலையம் முழுப் பயனுள்ளதாக எப்படி ஆகும்?

திரைப்படக் காட்சிகளையும் இங்கு குறிப்பிட்டாக வேண்டும். ஐக்கிய அமெரிக்கா, மகாநாட்டில், அதிகார பூர்வமாக விளங்கிய 4 மொழிகளில், 8 தொழில் நுணுக்கப் படங்களைத் தயாரித்துத் திரையிட்டது. அந்த 8 படங்களின் தலைப்பு பின் வருமாறு:

1. ஆராய்ச்சிக்கு உதவும் அணு உலைகள்.
2. லோடியம்-க்ராவைட்டு அணு உலை வளர்ந்த கதை.
3. "ஒன்றிய உலை" உருவாகிறது.
4. கொதிநீர் உலையில் பாதுகாப்புக்கான சோதனைகள்.
5. கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளும் மனித வர்க்கத்திற்குக் கிடைக்கும் பயன்களும்.
6. கதிரியக்க ஐஸடோப்பும், பொது விஞ்ஞானமும்.
7. ஆ என்றால் அணு.
8. ஆர்கான் ஆராய்ச்சி உலை உருவான வரலாறு.

இவற்றைத் தவிர "போராக்ஸ்" என்ற ஒரு படத்தையும் ஆங்கிலத்தில் மட்டும் ஒரு முறை அமெரிக்கா திரையிட்டது.

மகா நாட்டுக்கு வந்திருந்த பிரதிநிதிகளுக்கு, அணு சக்தியின் ஆக்கப் பயன்களைப் பற்றி அதிகப்படியான தகவல்களைக் கொடுக்கவும், ஏற்கெனவே வந்துள்ள

நுணுக்கக் கட்டுரைகளைத் தவிர, இன்னும் அதிகப்படியான செய்திகளைத் தந்து உதவவும், ஐக்கிய அமெரிக்கர் எட்டு புத்தகங்கள் கொண்ட ஒரு தொகுதியைத் தயாரித்து வழங்கிற்று. "முக்கியக் குறிப்பு அட்டவணை" என்பது அதன் பெயர். அணு சக்தியின் சமாதானகாலப் பயன்களைப் பற்றிய ஏராளமான தகவல்கள் அடங்கியவை இந்தப் புத்தகங்கள். அமெரிக்கா இந்தப் புத்தகங்களை வழங்கியது, மற்ற நாடுகளோடு தன் அறிவைப் பகிர்ந்து கொள்ள வேண்டும் என்று அந்நாடு கொண்ட ஆர்வத்திற்கு இதுவும் இன்னொரு சான்றாகும். இந்தத் தொகுதிக்கு முன்னுரையாக ஒரு பிரத்தியேக நூல் அழகிய வர்ணப் படங்களுடன் நான்கு மொழிகளில் அச்சிட்டு வழங்கப்பட்டது. அந்த முன்னுரையில், அமெரிக்கா அணு சக்திக் குழுவின் தலைவர் ஸ்ட்ராஸ் "உலக சமாதானத்திற்கும் அமைதிக்கும் அணு சக்தியைப் பயன்படுத்த விரும்பும் ஆண்-பெண் விஞ்ஞானிகள், பொறி இயலார் அனைவருக்கும் இந்தத் தொகுதி நடைமுறையளவுக்கு உதவியாக இருக்கும் என்றே நாங்கள் மனப்பூர்வமாக நம்புகிறோம்" என்று கூறியுள்ளார்.

மகா நாட்டின் பொழுது நடந்த வர்த்தக, கல்விக் கண் காட்சிகளில் எட்டு நாடுகளைச் சேர்ந்த 150 கம்பெனிகள் பங்கு கொண்டன. தொழில் நுணுக்கக் காட்சிகளைத் தவிர, கல்விக் காட்சிகளையும் பிரான்ஸ், கிரேட் பிரிட்டன், ஐக்கிய அமெரிக்கா, ஆகிய 3 நாடுகளும் அமைத்திருந்தன, "அணு சக்தியும் அதன் சமாதான கால உபயோகங்களும்" என்ற தலைப்புடன் அமெரிக்கப் பொருட் காட்சி காட்சியளித்தது. இதே காட்சியை 1954 செப்டம்பரில் மேற்கு பெர்லினில் அமெரிக்கர்கள் ஏற்பாடு செய்திருந்தனர். மகா நாட்டுக்கு முன்னும்

பின்னும் பல ஐரோப்பிய நாடுகளில் இந்தக் கண்காட்சி சுற்றுப் பிரயாணம் செய்தது.

இந்த மகா நாட்டில் என்ன பயன்கள் ஏற்பட்டன என்று ஐக்கிய அமெரிக்கா அணு சக்திக் குழு நன்ருக எடுத்துக் கூறியிருக்கிறது. முதலாவதாக, பல நாடுகளில் உள்ள அணு விஞ்ஞானிகளுக்கும், பொறி இயலார்க்கும் இடையே தகவல்களை மீண்டும் பரிமாறிக் கொள்ள இந்த மகாநாடு வகை செய்தது. எண்ணிறந்த விஞ்ஞான-நுணுக்கச் செய்திகளை எல்லா நாடுகளும் பகிர்ந்து கொண்டன. மகா நாட்டில் கலந்து கொண்ட ஒவ்வொரு நாடும் தனக்குத் தெரியாத புதிய செய்தி ஒன்றைக் கற்றுக்கொண்டது. மகாநாட்டு நடவடிக்கைகளைப் பற்றி வெளியிடப்பட்ட தினசரிச் செய்திகளின் மூலமாக, உலக மக்களும் அணு சக்தியின் ஏராளமான ஆக்கப் பயன்களைப் பற்றித் தெரிந்து கொண்டனர். நுணுக்கத் தகவல்களை மூடி மறைக்காமல் அமெரிக்கா தாராளமாக வெளியிட்ட செய்கை, அந்நாடு அணு சக்தியை ஆக்கத் துறையில் ஈடுபடுத்தவே விரும்புகிறது என்னும் உண்மையைப் பலநாடுகளும் உணர வாய்ப்புக் கிடைத்தது. கௌரவமான, நிரந்தரமான, சமாதானத்தை நிலைநாட்ட வேண்டும் என்று அமெரிக்கா கொண்டுள்ள ஆசையை இப்பொழுது உலக மக்கள் பலர் புரிந்து கொண்டு பாராட்டவும் செய்கிருர்கள் இந்த நற்பயன்கள் யாவும் இந்த மகாநாடு கூடிய தன் விளைவு என்றே கூறவேண்டும்.

சர்வ தேச அணுசக்தி ஸ்தாபனம் :

11-ம் அத்தியாயத்தில், சர்வதேச அணுசக்தி ஸ்தாபனம் ஒன்றை அமைக்கவேண்டும் என்று அமெரிக்கா விடுத்த ஆலோசனையைப்பற்றிக் கூறினேம். 1953-ம் ஆண்டு டிசம்பர் 8-ம் தேதியன்று, ஐ. நா. பொதுப் பேரவையின் முன் நிகழ்த்திய பிரசங்கத்தில் இந்த ஆலோசனையை வெளியிட்டார் ஜனுதிபதி ஐஸன்ஹவர். ஆனல் இந்த ஆலோசனை கைகூட நீண்ட காலம் பிடிக்கும் என்பது தெரிந்தது. நீண்ட, சிக்கலான வாதங்களில் ஈடுபட்டு, பல நாடுகள் காலங்கடத்திக்கொண்டேயிருந்தன. அதனுல்தான் ஐக்கிய அமெரிக்கா, தன் சொந்த முறையில், பல நாடுகளுடன் "இருதரப்பு ஒப்பந்தங்களைச் செய்து கொண்டது" என்று முன்பு குறிப்பிட்டோம். பல நாடுகள் கூடிப்பேசி, சமரசத்திற்கு வந்து, பின்பு ஒரு ஸ்தாபனத்தை ஏற்படுத்தும் வரையில் காத்திருப்பது என்ருல், எத்தனை காலம் ஆகுமோ எனவே, தன் சொந்த முறையில் ஒப்பந்தம் செய்து கொண்டு, அணு அறிவை ஆக்கப் பயன்களுக்காகப் பிற நாடுகளுடன் பகிர்ந்து கொள்ள முனைந்தது அமெரிக்கா.

1954-ம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில், சர்வதேச அணு சக்தி ஸ்தாபனம் ஒன்றை நிறுவவேண்டும் என்ற ஓர் ஆலோசனையை சோவியத்து யூனியனிடம் அமெரிக்கா வெளியிட்டது. அணு ஆயுதங்களை இந்தத் திட்டத்தில் நீங்கள் சேர்க்கவில்லையே என்று ஒரு காரணத்தைச் சொல்லி, சோவியத்து நாடு அந்த ஆலோசனையை நிராகரித்தது. அணு சக்தியின் ஆக்கப்பயன்களுக்காக ஒரு ஸ்தாபனத்தை நிறுவுவதே ஒரு நல்ல ஆரம்பமாகும் என்று அமெரிக்கா கூறிற்று. தொடர்ந்து ரஷியாவோடு பேச்சுவார்த்தையும் நடத்திற்று. அதே சமயம், ரஷியா ஒத்துழைக்கத் தவறினுலும், சர்வதேச அணு ஸ்தாபனம் ஒன்றை அமைக்கத் தேவையான ஒரு திட்டத்தை எழுதித் தயாரிக்கவேண்டும் என்று ஐ. நா. சபையில் அமெரிக்கா ஒரு பிரேரணையைச் சமர்ப்பித்தது.

1954. டிசம்பர் 4-ம் தேதியன்று ஐ. நா. பொதுப் பேரவை ஏகமனதாக இந்த முயற்சியை ஆதரித்தது. சர்வதேச அணு சக்தி ஸ்தாபனம் தாமதமின்றி நிறுவப் படவேண்டும் என்று வற்புறுத்திற்று. பொதுப்பேரவையின் இந்த விருப்பத்தை நிறைவேற்றுவதற்காக, அமெரிக்கா, ஆஸ்டிரேலியா, பெல்ஜியம், கானடா, பிரான்ஸ், போர்த்துகல், தென் ஆப்ரிக்கா யூனியன் கிரேட் பிரிட்டன், ஆகிய நாடுகள் சேர்ந்து, பேச்சுவார்த்தைகளில் கலந்து கொள்ளும் எல்லா நாடுகளும் ஒப்புக் கொள்ளக் கூடிய வகையில், சர்வதேச அணு ஸ்தாபனம் அமைப்பதற்கான ஒரு திட்டத்தைத் தயார் செய்தன. இந்தத் திட்டம் 1955 ஜூலை மாதம் சோவியத் யூனியனுக்கும், ஆகஸ்ட்மாதம், எல்லா ஐ. நா. உறுப்பு நாடுகளுக்கும் ஐ. நா. வின் பிரத்தியேக ஸ்தாபனங்களுக்கும் அனுப்பப் பட்டது. அனுப்பியதன் நோக்கம் திட்டத்தைப்பற்றி எல்லா நாடுகளும், ஸ்தாபனங்களும் தங்கள் அபிப்பிராயத்தைச் சொல்லவேண்டும் என்பதுதான். பல நாடுகள் தங்கள் கருத்தைக் கூறவும் செய்தன.

இத்திட்டத்தை செயல்படுத்தும் அளவில் விவாதிப்பதற்காக ஒரு கூட்டம் கூடவேண்டும் என்று 1955. அக்டோபர் 21-ம் தேதி யன்று அமெரிக்கா கோரியது. மேலே கூறிய ஏழு நாடுகளைத் தவிர, சோவியத் யூனியன், செக்கோஸ்லோவாக்கியா, பிரசீல், இந்தியா ஆகிய நாடுகளையும் இந்தப் பேச்சுகளில் கலந்துகொள்ளவேண்டும் என்று அமெரிக்கா அழைத்தது. வழக்கம் போல விவாதங்கள், சிக்கலும் முடிச்சுமாக, நீண்டுகொண்டே போயின. கடைசியில், ஒருவாறுகச் சமரசம் தோன்றிற்று. 1956 ஏப்ரல் 18ம் தேதியன்று இந்தத் திட்டத்தின்மீது உடன்பாடு ஏற்பட்டு விட்டதாக அறிவிக்கப் பட்டது. 1956 அக்டோபர் 23-ம் தேதியன்று, 81 நாடு

கள் கலந்து கொண்ட கூட்டத்தில் இந்தத் திட்டம் அங்கீகரிக்கப்பட்டது. கலந்து கொண்ட நாடுகள் ஒவ்வொன்றும் இதை ஊர்ஜிதப் படுத்தவேண்டியதுதான் பாக்கியிருந்தது. 1957 ஜூலை 29-ம் தேதியன்று திட்டம் அமுலுக்கு வந்தது.

அணு சக்தியின் ஆக்கப் பயன்களைப்பற்றிய அறிவைப் பகிர்ந்துகொள்வது எல்லா நாடுகளுக்கும் முக்கியமான விஷயம். அது சிறிய நாடோ, பெரிய நாடோ, அணு சக்தி அதனிடம் இருக்கிறதோ இல்லையோ—எப்படியானாலும் அது முக்கியமான விஷயம். பெரிய நாடுகள் பல செய்திகளை வெளியிட்டுப் பகிர்ந்து கொள்ளத் தான் வேண்டும்.

இத் திட்டத்தின் சாராம்சம் என்ன ? சுருக்கமாகக் கவனிப்போம். அணு சக்தியின் இராணுவப்பயன்களை அபிவிருத்தி செய்வது சர்வதேச அணு ஸ்தாபனத்தின் நோக்கம் அன்று. மனித வர்க்கத்தின் அமைதிக்கும், ஆரோக்கியத்திற்கும் நல் வாழ்விற்கும் அணுசக்தியை விரைவிலும் பேரளவிலும் பயன்படுத்துவதே அதன் நோக்கம். அணு சக்தியை ஆக்கப் பயன்களுக்காக ஆராய்ந்து வளர்க்க, உலகம் முழுவதிலும் நடந்து வரும் முயற்சிகளை ஆதரித்து ஊக்குவிக்கும் உரிமை இந்த ஸ்தாபனத்திற்கு உண்டு. இந்த ஆராய்ச்சிகளுக்கும், வளர்ச்சிக்கும் வேண்டிய பொருள்கள், சாதனங்கள், சேவைகள்; வசதிகள், ஆகியவற்றை இந்த ஸ்தாபனம் தந்து உதவ ஏற்பாடு செய்யும். தகவல்களையும் நிபுணர்களையும் நாடுகளிடையே பரிமாறிக் கொள்வதை இது ஆதரிக்கும். இந்த ஸ்தாபனம் தந்துதவும் பொருள்கள், சாதனங்கள், சேவைகள், வசதிகள், தகவல்கள், ஆகியவற்றை இராணுவ உபயோகங்களுக்குத் துர்வினியோகம் செய்யாதவாறு உரிய பாதுகாப்புகள்

மேற்கொள்ளப்படும். மக்களின் ஆரோக்கியத்தையும், உயிரையும், சொத்துக்களையும், பாதுகாக்க என்னென்ன தொழில் தரங்கள் தேவையோ, அந்தத் தரங்களையும் இந்த ஸ்தாபனம் வரையறுத்துக் கூறும். அதிகார பூர்வமான இந்தப் பொறுப்புக்களை நிறைவேற்றுவதற்கு வேண்டிய சாதனங்களையோ, வசதிகளையோ, தொழில் அல்லது விஞ்ஞான ஸ்தாபனத்தையோ, வாங்குவதும் அமைப்பதும் இதன் பொறுப்பாகும்.

இந்தப் பணிகளை நிறைவேற்றுவதோடு, ஐ. நாவின் பொதுப் பேரவைக்கும், பாதுகாப்பு கவுன்சிலுக்கும், தன் வேலைகளைப் பற்றிய அறிக்கைகளை இந்த ஸ்தாபனம் சமர்ப்பிக்கும். ஐ. நா.வின் மற்ற உறுப்புக்களுக்கும், அந்தந்த உறுப்பின் வரம்புக்கு ஏற்ப, *அறிக்கைகளை இது அனுப்பும். இந்த ஸ்தாபனத்தில், ஐ. நா. சபையில் உள்ள எந்த நாடும் அங்கத்தினராகச் சேரலாம். ஐ. நா. வின் கீழுள்ள வேறு விசேஷ ஸ்தாபனங்களும் அங்கத்தினராகச் சேரமுடியும். ஆனல் வோட்டளிப்பு உரிமை எல்லா அங்கத்தினர்களுக்கும் ஒரே மாதிரியானது தான். பெரிய நாடு, சிறிய நாடு என்ற தராதரம் கிடையாது.

இந்த ஸ்தாபனம் ஆண்டுதோறும் ஒரு பொது மகாநாடு நடத்தும். இதன் கவர்னர்களின் சபையோ, அல்லது பெரும்பாலான அங்கத்தினர்களோ கோரினல், விசேஷக் கூட்டங்களையும் நடத்தலாம். பொதுமகாநாட்டில், கவர்னர் சபையின் உறுப்பினர்களைத் தேர்ந்தெடுப்பார்கள் ; புதிய அங்கத்தினர்களைச் சேர்ப்பார்கள் ; உள்ள அங்கத்தினர்களை நிராகரிக்கவும், பொது மகாநாட்டிற்கு உரிமை உண்டு. இதைத் தவிர, கவர்னர்—சபையின் ஆண்டு அறிக்கையைப் பரிசீலிப்பது

அணு சக்தி ஸ்தாபனத்தின் வருடாந்தர வரவு செலவுத் திட்டத்தை விவாதிப்பது, ஐ. நா. சபைக்கு அணு சக்தி ஸ்தாபனம் தந்துள்ள அறிக்கையை சர்ச்சை செய்வது, ஐ. நா. சபையோடும், மற்ற ஸ்தாபனங்களோடும் அணு சக்தி ஸ்தாபனம் செய்துகொள்ளும் ஒப்பந்தங்களைப் பற்றி விவாதிப்பது, அல்லது ஸ்தாபனத்தின் பொதுச் சட்டதிட்டத்தில் ஏதாவது திருத்தம் தேவையானல் செய்வது—இந்தப் பொறுப்புகள் யாவும் ஆண்டில் ஒரு முறை கூடும், இந்தப் பொது மகாநாடு அல்லது கூட்டத்திற்கு உண்டு. இந்தப் பிரச்னைகளை விவாதித்து ஆமோதிப்பதும், திருத்தங்கள் கூறுவதும் அதன் வேலைகளாகும்.

சர்வதேச அணு சக்தி ஸ்தாபனத்தில் உள்ள கவர்னர்கள் சபையில், அணு சக்தி இயலில் முன்னேறித் திகழும் ஐந்து நாடுகளைச் சேர்ந்த அங்கத்தினர்களும், உலகத்தின் எட்டு வெவ்வேறு பகுதிகளைச் சேர்ந்த அங்கத்தினர்களும் இருப்பார்கள். இதைத் தவிர, அணு சக்திப் பொருட்களை உற்பத்திசெய்யும் நாடுகளிலிருந்து இரண்டு அங்கத்தினர்களும், தொழில் நுணுக்க உதவி தருபவர் என்ற முறையில் ஓர் அங்கத்தினரும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுவார்கள். இதைத்தவிர, கவர்னர் சபைக்கு மேலும் பத்து அங்கத்தினர்களைப் பொதுக் கூட்டம் தேர்ந்தெடுக்கும். கூடிய வரையில் உலகத்தின் பல பூகோளப் பிரிவுகளுக்குப் பிரதிநிதித்துவம் அளிக்கும் வகையில் அங்கத்தினர்களைத் தேர்ந்தெடுப்பது வழக்கம்.

கவர்னர் சபையின் ஒவ்வொரு அங்கத்தினருக்கும் ஒரு வோட்டு உண்டு. கூட்டத்திற்கு வந்திருப்பவர்களில் பெரும்பான்மையோர் வாக்களித்தால், ஒரு தீர்மானம் நிறைவேறும். ஆனல் ஒவ்வொரு கூட்டத்திற்கும்

மொத்த அங்கத்தினர்களில் மூன்றில் இரண்டு பகுதியினர் ஆஜராயிருந்தால்தான் வோட்டெடுக்க முடியும். இல்லாவிடில் "கோரம்" (ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்தபட்ச அளவுக்கு அங்கத்தினர்கள் கூடவேண்டும் என்ற ஏற்பாட்டிற்குக் "கோரம்" என்று பெயர்) இல்லை என்று ஆகிவிடும். சர்வ தேச அணு சக்தி ஸ்தாபனத்தின் சட்டப் பிரகாரம், ஸ்தாபனத்தின் பொறுப்புக்களை நிறைவேற்றும் அதிகாரம் இந்த கவர்னர்—சபைக்கு உண்டு. சர்வ தேச அணு சக்திஸ்தாபனத்திற்கு இந்த கவர்னர் சபைகளில் எவ்வகைகளில் பொறுப்புள்ளது என்று ஸ்தாபனத்தின் சட்டம் வரையறுத்திருக்கிறது.

சர்வ தேச அணு சக்தி ஸ்தாபனத்தில் பணிபுரிவோருக்குத் தலைவராக டைரக்டர்—ஜெனரல் என்று ஒருவர் இருப்பார். கவர்னர்—சபைதான் அவரை நியமிக்கும். அவருடைய பதவிக்காலம் 4 ஆண்டுகள். கவர்னர்—சபையின் சார்பாக, இந்த அதிகாரி, ஸ்தாபனத்திற்குத் தேவையான நபர்களை நியமித்து மேற்பார்வையிடுவார். பணியாற்றும் அந்த நபர்களின் சம்பளம், வேலை விதிகள், வேலை நீக்கம், ஆகியவைகளைப்பற்றி சட்டதிட்டங்கள் உண்டு. இந்த சட்டதிட்டங்களைக் கவர்னர் சபை தயாரித்துள்ளது. ஸ்தாபனத்தில் பணிபுரிவோர் பல்வேறு நாடுகளைச் சேர்ந்தவர்களாயிருப்பார்கள் என்று சொல்லத் தேவையில்லை. இல்லாவிடில், "சர்வதேச" என்ற சொல்லுக்குப் பொருளில்லாமல் போய்விடும்.

சர்வ தேச அணு சக்திஸ்தாபனத்து அங்கத்தினர்கள் தங்கள் நாடுகளில் நடக்கும் அணுசக்தி நடவடிக்கைகளைப் பற்றிய தகவல்களை ஸ்தாபனத்திற்கு அறிவிக்கவேண்டும். முக்கியமாக ஸ்தாபனத்தின் உதவி மூலம் வளர்ச்சி பெற்றிருந்தால், அந்தத் தகவல்களைக் கூறுமாறு கோரப்படுகின்றனர்.

அங்கம் வகிக்கும் நாடுகள் அணுப் பிளவுக்கு உள்ளாகும் பொருள்களையும், அவற்றிற்கு மூலாதாரமான பொருள்களையும் ஸ்தாபனத்திற்குத் தரலாம். இப்படித் தருவதற்கான நிபந்தனைகளை ஸ்தாபனம், வரையறுக்கும். தன் வசமுள்ள அணுப் பொருள்களைச் சேமித்துப் பாதுகாப்பதற்கான ஏற்பாடுகளை ஸ்தாபனமே செய்து கொள்ளும்.

அங்கம் வகிக்கும் ஒரு நாடோ நாடுகளோ வேண்டினால், ஸ்தாபனம் தன் சாதனங்கள், வசதிகள் அறிவு—ஆகியவற்றை ஆராய்ச்சிக்காகவோ, அல்லது ஒருகுறிப்பிட்ட திட்டத்தைச் செயல்படுத்தவோ கடனாகத் தந்து உதவும். இந்தத் திட்டம் கவர்னர்—சபையால் ஆராய்ந்து அங்கீகரிக்கப் பட்டிருக்கவேண்டும்.

திட்டங்கள் சரியாக நிறைவேறுகின்றனவா, சாதனங்களும், பொருள்களும் சரியான முறையில் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றனவா என்று கண் காணிப்பதற்காக, ஸ்தாபனம் பல இன்ஸ்பெக்டர்களை நியமிக்கும். இவர்கள் தாங்கள் கண்டறிந்ததைப் பற்றி ஸ்தாபனத்தின் டைரக்டர் ஜெனரலுக்கு நேராக அறிக்கை அனுப்புவார்கள்.

ஐ. நா. ஸ்தாபனத்திற்கும் சர்வதேச அணு சக்தி ஸ்தாபனத்திற்கும் இடையே உள்ள உறவு, ஐ. நா. ஸ்தாபனத்திற்கும் உலக சுகாதார ஸ்தாபனத்திற்கும் இடையே உள்ள உறவைப் போன்றது. சர்வ தேச அணு சக்தி ஸ்தாபனம் தன் நடவடிக்கைகளைப் பற்றி, ஐ. நா. ஸ்தாபனத்திற்கும் அதற்கு உட்பட்டு இயங்கும் அணுசக்தித் தொடர்புள்ள ஸ்தாபனங்களுக்கும் அறிக்கைகளைச் சமர்ப்பிக்கும் ஐ. நா. ஸ்தாபனமோ, அல்லது அதற்கு உட்பட்ட ஸ்தாபனங்களோ சர்வதேச அணு சக்தி சம்பந்தமாக ஏதாவது தீர்மானம் நிறைவேற்றி

றல், அவற்றையும் சர்வதேச அணு சக்தி ஸ்தாபனம் விவாதித்து, நடவடிக்கை எடுக்க முயலும்.

சர்வதேச அணுசக்தி ஸ்தாபனத்தின் சட்டத்தைப் பொருள் கொள்வதில் நாடுகளிடையே தகராறு ஏற்பட்டால், அகில உலக நீதி மன்றம் அதை விசாரிக்கும்— அதாவது, அந்நாடுகள் வேறுவிதமாக அந்த வேற்றுமையைத் தீர்த்துக் கொள்ளத் தவறினல்.

சர்வதேச அணுசக்தி ஸ்தாபனத்தின் சட்டம் எல்லாச் சட்டங்களையும் போல விதி முறைகள் அடங்கியதுதான். ஆயினும் ஜனநாயக அடிப்படையில் அது இயங்குகிறது அதாவது, சில விஷயங்கள் சாதாரணப் பெரும்பான்மை வோட்டுடன் நிறைவேறுகின்றன. சில விஷயங்களை ⅔ பெரும்பான்மையால் முடிவு செய்கிறார்கள். இந்த ஸ்தாபனத்தில் ஒரு விசேஷம் என்னவென்றல், ரத்து அதிகாரம் (விட்டோ) என்று ஒன்றும் கிடையாது. பெரும்பான்மையோரின் விருப்பங்களை வீழ்த்தி முறியடிக்கும் ரத்து உரிமை இங்கு இல்லை. இந்த ஸ்தாபனத்தை ஐ. நா. சபையின் பாதுகாப்புக் கவுன்ஸிலின் பொறுப்புக்கு உட்பட்டதாக ஆக்கவேண்டும் என்று ரஷியா படாதபாடுபட்டது. ஆனல் அந்த முயற்சி பயனளிக்கவில்லை. சுதந்தர நாடுகள் அதற்கு இடம் கொடுக்கவில்லை. பாதுகாப்புக் கவுன்சிலில் அடிக்கடி ரத்து அதிகாரத்தை உபயோகித்து, பெரும்பான்மையினரின் முடிவுகளை ரஷியா வீழ்த்தி வருவது நமக்குத் தெரிந்த கதை.

அகில உலக அணு சக்தி ஸ்தாபனத்தின் முதல் பொது மகாநாடு 1957-ம் ஆண்டு ஜூலை மாதத்தில் வியென்னவில் நிகழ்ந்தது. உலக நாடுகளிடையே ஒத்துழைப்பைப் பெருக்க இது ஒரு முக்கியமான கூட்டமாக விளங்கியது.

அணு, என்றால் உடனே, நமக்கு நாசத்தை விளைவிக்கும் அணுகுண்டைப் பற்றிய நினைவுதான் வரும். ஆனால் அந்த அணுசக்தியை போர் கருவியாகப் பயன்படுத்தாமல் மனித வாழ்க்கையின் ஆக்க வேலைக்குப் பயன்படுத்த முடியும்—பயன்பட்டும் வருகிறது என்பதை விளக்குவதே இந்த நூல்.

அணுசக்தி மக்களின் தினசரி வாழ்க்கையில் எந்தெந்த வகையில் பயன்படுகிறது — முக்கியமாக வைத்திய சேவைக்கு அது எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதையும், உலக விஞ்ஞானிகள் பலர் சேர்ந்து கண்டு பிடித்த இந்த அற்புத சக்தி உலகின் எல்லா நாடுகளுக்கும் பயன்பட வேண்டும் — அது எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதையும் இதன் ஆசிரியர்கள் நன்கு விளக்கியுள்ளார்கள்.

அணுவின் அடிப்படை விவரம்

அணு — இயற்கையிலுள்ள எல்லாப் பொருள்களும் அடிப்படையில் இதைக் கொண்டே கட்டப்பட்டுள்ளன. வெகுகாலம் வரை இது பிளக்க முடியாதது என்று மக்கள் எண்ணி வந்தார்கள். அணுவின் மையத்தில் புரோட்டான்களும், நியூட்டிரான்களும் இருக்கின்றன. சூரியனைச் சுற்றி கிரகங்கள் ஓடிவருவது போல இந்த மையத்தைச் சுற்றிச் சுற்றி வருகின்றன. ஆதலால் அணுவை மிக நுண்ணிய சூரிய குடும்பத்தோடு ஒப்பிடுவது மரபாக இருந்து வருகிறது. இந்த எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணை மாற்றமுடியும். அதே போல அணுவின் மையத்தையும் மாற்ற முடியும் என்பது இப்பொழுது நிலைத்த உண்மையாகிவிட்டது. அது பிளக்க முடியாத பொருளல்ல.

அணு இணைப்பு — இலேசான எடையுள்ள அணு மையங்களை ஒன்று சேர்த்து, ஒரு புதிய, எடை மிகுந்த அணுவை உண்டாக்குவது. ஏராளமான வெப்பத்தின் உதவியால் தான் இது சாத்தியமாகும். இணைப்பின் பொழுது பிளவில் உண்டாவதைவிட இன்னும் அதிக வெப்ப சக்தி வெளியாகிறது. பிளவுக்கு நேர் எதிரான செய்கை இணைப்பு என்று சொல்லலாம்.

அணு உலை — அணு மையங்கள் தொடர்ந்து பிளவு படுவதைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்க உதவும் சாதனம். உலை போன்ற அமைப்புள்ளது.

அணு எடை — அணு மையத்திலுள்ள மொத்தத் துகள்கள் அதாவது, நியூட்டிரான்கள், புரோட்டான்கள் ஆகிய இரண்டையும் கூட்டிய தொகை. அணுவின் அடர்த்தி எண்ணுக்கும் இந்த எடைக்கும் உள்ள வேற்றுமை அதிகம் இல்லை.

அணு எண் — ஒரு மூலகத்தின் ஓர் அணுவின் மையத்தில் உள்ள புரோட்டான்களின் மொத்தத் தொகையே அணு எண் எனப்படுகிறது. முதல் மூலகமான ஹைடிரஜன் (Z-1) முதற்கொண்டு யுரேனியம் (Z-92) வரையில் இந்த எண்கள் வேறுபடுகின்றன. இந்த மூலகங்கள் இயற்கையில் கிடைப்பவை. இன்னும் அதிக அணு எண்கள் கொண்ட மூலகங்களை ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் செயற்கையாகத் தோற்றுவித்திருக்கிறார்கள். நெப்ட்யூனியம் என்ற செயற்கை மூலகத்தின் அணு எண் 93. புருட்டோனியம் என்ற செயற்கை மூலகம் 94 அணு எண்ணை உடையது.

அணு சக்தி — அணுவின் மையத்தை இரு பிரிவாகப் பிளப்பதாலோ (சிதைவு), அல்லது இரண்டு மையங்களை ஒன்று சேர்ப்பதாலோ (இணைப்பு) வெளியாகும் மாபெரும் ஆற்றல் அல்லது வெப்ப சக்தி தான் அணுசக்தி. பொதுவாக அணுசக்தி

(Atomic Energy) என்பதைவிட அணு மைய சக்தி (Nuclear Energy) என்று சொல்வதே பொருத்தமாகும். ஏனெனில் அணுவின் சக்தி என்ருல் அதன் மையப் பிளவின் சக்தியைத்தான் நாம் குறிக் கிருேம்.

அணுப் பிளத்தல் அல்லது அணுப் பிளவு ஒரு அணுவின் மையத்தைப் பிளந்தால், அது இரண்டு மையங்களாகப் பிரியும். அப்பொழுது ஏராளமாக வெப்ப சக்தி வெளிப்படும். சில நியூட்டிரான்கள் இரண்டிலும் சேராமல் சுதந்திரமாகத் தப்பி ஒடும்.

அணு மையங்களைத் தாக்குதல் அணு மையங்களைத் துளைத்துப் பிளந்து வேறுவகை மையங்களாக மாற்ற, நியூட்டிரான்கள், அல்லது ஆல்பா கதிர்கள், எலெக்டிரான்கள் அல்லது புரோட்டான்கள் இவற்றைக் கொண்டு அணு மையத்தைத் தாக்குகிருர்கள்.

அணு மையம் அணுவின் உட் பகுதி. அதில் உள்ள புரோட்டான்களும் நியூட்டிரான்களும் ஒரு அதிசயமான, சக்தியால் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இந்த சக்தியின் மர்மம் என்ன என்றும் இதுவரை யாரும் கண்டு பிடிக்கவில்லை. அணுசக்தி பிறக்குமிடம் இந்த அணு மையம் தான்.

அயனி தன்னுடைய எலெக்டிரான்களில் ஒன்று அல்லது பலவற்றை இழந்து, அது காரணமாக, நேர் மின்சக்தி (+) கொண்ட அணு அயனி எனப்படுகிறது. அதே போல ஒன்று அல்லது பல எலெக்டிரான் களை அதிகமாகப் பெற்றுக் கொண்டு, எதிர் மின்சக்தி (—) கொண்ட ஒரு அணுவிற்கும் அயனி என்றுதான் பெயர். உடலில் உள்ள ''செல்'களில் உள்ள அணுக்கள் இப்படி அயனிகளாக மாறினுல், அந்த 'செல்'கள் அழிந்துவிடும். அல்லது அவை பெருகுவது தடைப்படும். 'செல்'கள் பெருகாவிட்டால் உடல் திசுக்கள் வளரா.

அரை ஆயுள் ஒரு கதிரியக்க ஐஸடோப்பு தன்னுடைய பலத்தில் பாதியை இழக்க, அதாவது பாதி அளவுக்குத் தேய்ந்துவிட, எவ்வளவு காலம் பிடிக்குமோ அந்தக் கால அளவு தான் "அரை ஆயுள்". ரேடியத்தின் அரை ஆயுள் 1620 ஆண்டுகள். கதிரியக்கக் கோபால்ட்டு—60-ன் அரை ஆயுள் 5·3 வருடங்கள். சில கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளின் அரை ஆயுள் சில நிமிஷ அளவே ஆகும். ஒரு நொடியின் சிறு பங்கிலேயே முடிந்துவிடும் அரை ஆயுள் கொண்ட கதிரியக்க ஐஸடோப்புகளும் உண்டு.

ஆல்பா கதிர்வீச்சு அணுமையத்திலிருந்து பாயும் துகள்கள். ஒவ்வொரு ஆல்பா துகளிலும் இரண்டு நியூட்டிரான்களும் இரண்டு புரோட்டான்களும் இருக்கும். "ஹீலியம்" என்ற மூலகத்தின் மையத்திலும் 2 நியூட்டிரான்களும் 2 புரோட்டான்களும் இருக்கின்றன. ஆகவே ஆல்பா கதிரும் ஹீலியமும் ஒன்றுதான்.

உடற் கூற்றில் திடீர் மாறுதல் (Mutation) மனிதன், பிராணி, அல்லது தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் இடையே திடீர் என்று சில மாறுதல் தோன்றும். அதாவது, பெற்றோருக்கு இல்லாத சில குணங்களோ, உடல் அமைப்போ தோன்றும், அல்லது அற்றுப் போகும். இயற்கையில் நிகழும் 'கிறுக்கு' என்று இதைச் சொல்ல வேண்டும். (உதாரணமாக, ஒரு குழந்தை கை அல்லது காலில் ஆறு விரல்களுடன் பிறக்கிறது.)

எலெக்டிரான் அணு மையத்தைச் சுற்றிச் சுழன்று கொண்டிருக்கும் எதிர் மின் சக்தி (—) கொண்ட துகள். வெவ்வேறு மூலகங்களின் அணுக்களைச் சுற்றி வெவ்வேறு எண்ணிக்கை கொண்ட எலெக்டிரான்கள் சுழலும். எலெக்டிரான் மிகவும் இலேசானது. 2000 எலெக்டிரான்களின் எடை, ஒரு புரோட்டான் அல்லது ஒரு நியூட்டிரானின் எடைக்குச் சமமாகும்.

ஐஸடோப்புகள் மூலகத்தின் வகைகள். ஒரு மூலகத்தில் அணு மையத்தில் இருக்கவேண்டிய நியூட்டிரான்கள் அதிகப்படியாக இருந்தால், அதன் அணு எடை மாறு படும். ஆனல் இரசாயன இயல்பில் மாறுதல் இராது உதாரணமாக, ஹைடிரஜனில் மூன்றுவகை, அதாவது மூன்று ஐஸடோப்புகள் உண்டு. முதல் வகையின் அணு மையத்தில் ஒரே ஒரு புரோட்டான் மட்டும் இருக்கும். இரண்டாது வகையில் ஒரு புரோட்டானும் ஒரு நியூட்டிரானும் இருக்கும். மூன்ருவது வகையில் ஒரு புரோட்டானும் இரண்டு நியூட்டிரான்களும் இருக்கும்.

க்யூரி ஓர் அலகு கதிரியக்கப் பொருள் ஒன்று கதிர்களை வீசும் வேகத்தை அளந்து செல்லப் பயன்படும் அலகு. ஒரு கிராம் ரேடியம் ஒரு நொடியில் வீசும் கதிர்களின் அளவுக்கு "க்யூரி" என்று பெயர்.

ஒளிச்சேர்க்கை பச்சைத் தாவரங்கள், சூரிய வெளிச்சம் இருக்கும் பொழுது, காற்றிலுள்ள நீரையும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் உட்கொண்டு, கார்போ-ஹைட்ரேட்டு என்ற பொருளைத் தயாரிக்கின்றன. இந்த முறைக்குத்தான் 'ஒளிச் சேர்க்கை' என்று பெயர். இந்த ஒளிச் சேர்க்கை நிகழாவிட்டால் உலகிலுள்ள மக்களுக்கும் பிராணிகளுக்கும் உணவு கிடைக்காது போய்விடும்.

கதிரியக்கம் ஏற்றுதல் ஒரு கதிரியக்க ஐஸடோப்பிலிருந்து ஒரு பொருளின் மீது கதிர்களைப் பாய்ச்சுவதால் ஏற்படும் விளைவு. இப்படி கதிர் வீச்சுக்கு இலக்கான சில பொருள்களில் அயனைஸேஷன் என்ற மாறுதல் உண்டாகும் ('அயனி' என்ற தலைப்பை பார்க்கவும்). இதனல் பொருளின் தன்மையும் மாறுபடும். உதாரணமாக, கம்மா கதிர்களை உணவுப் பொருள்களின் மீது பாய்ச்சினல் அவற்றிலுள்ள நுண்ணுயிர்கள் அழிந்துவிடும்.

கதிரியக்கம் — அணு மையத்திலிருந்து அணுத் துகள்கள் அல்லது கதிர்கள் வேகமாக வெளிப்படுவதுதான் கதிரியக்கம். இது சில மூலகங்களில் எப்பொழுதும் இயற்கையாகவே நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும். இதனால் அந்த அணு பிளந்து பொருள் தேயும். வேறு சில மூலகங்களில் நியூட்டிரான்களேயோ அல்லது வேறு அணுத் துகள்களையோ மையத்தை நோக்கிப் பாய்ச்சினால், செயற்கையாக இந்தக் கதிரியக்கத்தை உண்டாக்க முடியும்.

கதிரியக்க ஐஸடோப்புகள் — இயற்கையாகவே கதிரியக்க ஆற்றல் கொண்ட மூலகத்தின் ஒருவகை. நியூட்டிரான்களைக் கொண்டு தாக்கி கதிரியக்கம் ஏற்படுத்தினாலும் அதற்கும் கதிரியக்க ஐஸடோப்பு என்றுதான் பெயர். ஒரு அணு உலையில் சாதாரண ஐஸடோப்பு ஒன்றை வைத்து, நியூட்டிரான்களின் தாக்குக்கு இலக்காக்கினால், அந்த ஐஸடோப்பு கதிரியக்க முள்ளதாக மாறும்.

கட்டுப்படுத்தும் பொருள் (Moderator) [வேகம் அடக்கி] — நியூட்டிரான்கள் வேகமாகப் பாய்வதைத் தணிப்பதற்காக உதவும் பொருள்கள். ஹைடிரஜனும் கார்பனும் உதாரணங்களாகும். இந்த மூலகங்களின் அணுக்களை நியூட்டிரான்கள் பாய்ந்து தாக்கினால், அந்த நியூட்டிரான்களின் வேகம் மட்டுப்படும். அதனால் அந்த நியூட்டிரான்கள் இன்னும் நல்ல முறையில் அணுப் பிளவை உண்டாக்க முடியும்.

கண்ட்ரோல் கம்புகள் — அணு உலையில் உதவும் சாதனம். நியூட்டிரான்களை கிரகித்துக் கொள்ளக்கூடிய போரான், காட்மியம், போன்ற பொருள்களால் செய்யப் பட்டவை இவை. அணு மையங்கள் தொடர்ந்து பிளவுபடும் வேகத்தைக் குறைக்க இவை உதவுகின்றன. அணு உலையில் செருகி விட்டால், இவை நியூட்டிரான்களை கிரகித்துக் கொண்டு தொடர்க் கிரியையின் வேகத்தைக் குறைக்கவோ, முற்றிலும் நிறுத்தவோ செய்யும். வெளியே மெள்ள இழுத்து விட்டால், நியூட்டிரான்கள் பாய்ந்து பிளவு தொடர்ந்து நிகழும்.

கம்மா கதிர்வீச்சு — எக்ஸ்-ரே போன்ற ஒரு மின் காந்த அலை. ஆனால் எக்ஸ்-ரேயைவிட இதன் அலை நீளம் குறைவு. அணு மையங்களிலிருந்து கம்மா கதிர்கள் வெளிப்படுகின்றன. அவை துகள்கள் அல்ல.

காஸ்மிக் கதிர்கள் — விண் வெளியிலிருந்து வரும் மிக மிகச் சக்தியுள்ள கதிர்கள். இவற்றின் ஊடுருவிச் செல்லும் ஆற்றல் அபாரமானது. இந்தக் கதிர்களில் உள்ள துகள்கள் ஏறக் குறைய ஒளியின் வேகத்தில் செல்லுபவை (ஒளியின் வேகம் விநாடிக்கு 1,86,000 மைல்).

கூட்டுப் பொருள் — இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட, மூலகங்கள் இரசாயன முறையில் இணைந்ததால் ஏற்படும் பொருள்.

கைகர் கவுண்ட்டர் (எண் கருவி) ஓர் இடத்தில் அல்லது பொருளில் கதிரியக்கம் இருக்கிறதா என்று கண்டு பிடித்து, அந்த அளவையும் காட்டும் கருவி. ஸின்டில்லேஷன் கவுண்ட்டர் என்ற மினு மினுக்கும் கருவிகளும் கதிரியக்கத்தைக் கண்டு பிடித்து அளக்க உதவுகின்றன.

ட்யுட்டேரியம் ஹைடிரஜன் மூலகத்தின் இரண்டாவது ஐஸடோப்பு இதன் அணு மையத்தில் ஒரு புரோட்டானும் ஒரு நியூட்டிரானும் இருக்கும். கன நீரில் உள்ள ஹைடிரஜன் இந்த இரண்டாவது ஐஸடோப்பு தான். நியூட்டிரானே இல்லாமல், ஒரு புரோட்டான் மட்டும் உள்ள வெறும் (முதல் வகை) ஹைடிரஜன் அல்ல அது. இந்த இரண்டாவது ஹைடிரஜன் அல்லது ட்யுட்டேரியம் அடங்கியிருப்பதால் கன நீர் சாதாரண நீரைவிடச் சற்று கனமாக இருக்கிறது.

டர்பைன் தண்ணீர் அல்லது நீராவி வேகமாகத் தள்ளும் போது சுற்றக்கூடிய அமைப்புக் கொண்ட சக்கரம். இந்தச் சக்கரங்கள் ஒரு மோட்டாரை இயக்கி, மின்சார உற்பத்தி இயந்திரங்களை இயக்குகின்றன.

டிரேஸர் அல்லது உளவு காட்டி கதிரியக்க மில்லாத ஒரு பொருளோடு கலக்கப்படும் கதிரியக்கப் பொருள், இந்தப் பொருள் வீசும் நுண்ணிய அளவுள்ள கதிர்களை கைகர் கவுண்ட்டர் போன்ற கருவிகளால் கண்டுபிடிக்கலாம்.

துகள் வீசி (Particle Accelerator) மின் சக்தியுள்ள அணுத் துகள்களை, மாபெரும் வேகத்துடன் பொருள்களின் அணுக்களின் மீது வீச உதவும் கருவிகள். இவை எலெக்டிரான், புரோட்டான், ஆல்பா கதிர்கள்—இவற்றை வீசி, அணு மையங்களைத் தாக்கும். நியூட்டிரான்களை இந்தக் கருவிகள் பயன் படுத்த முடியாது. ஏனெனில் நியூட்டிரான்களுக்கு மின் சக்தி கிடையாது. துகள் வீசும் இயந்திரங்களில் பலவகை உண்டு. லிங்க்கோட்ரான், ஸைக்ளோட்ரான், பீட்டாட்ரான், முதலியவை அவை. அணுசக்தி ஆராய்ச்சிக்கு இந்தச் சாதனங்கள் பயன்படுகின்றன.

தடுப்புச் சுவர்கள் அல்லது தடுப்புச் சாதனங்கள் ஓர் அணு உலையைச் சுற்றியோ, அல்லது கதிரியக்கப் பொருளைச் சுற்றியோ அமைக்கப்படும் தடுப்பு. உலை அல்லது பொருளிலிருந்து தீமை விளைவிக்கும் நியூட்டிரான்களோ, கம்மா கதிர்களோ, வெளியே பாய்ந்து விடாமல் தடுக்க இவை உதவுகின்றன. ஈயம், காங்கிரீட், இரும்பு, தண்ணீர், முதலிய பொருள்கள் இந்தத் தடுப்புகளாகச் சிறந்த முறையில் உதவும்.

தொடர்க் கிரியை ஒரு பொருளின் அணு மையங்கள் பிளந்து, அந்தச் சிதைவு தொடர்ந்து, வேகமாக, ஒன்றன்பின் ஒன்றாக நிகழ்வது. முதல் அணு மையம் பிளக்கும் பொழுது, தப்பித்து ஓடும் நியூட்டிரான்கள் மற்ற அணு மையங்களைப் பாய்ந்து தாக்கும். அந்த அணுப் பிளவினால்

வேறு வெளியாகும் நியூட்டிரான்கள் அணு மையங்களைத் தாக்கும். இப்படித் தொடர்ந்து நிகழ்வதுதான் தொடர்க் கிரியை அல்லது தொடர்ப் பிளவு. அணு குண்டு வெடிக்கும் பொழுது எல்லையற்ற வேகத்துடன் இந்தத் தொடர்க்கிரியை நிகழ்கிறது. கட்டுப் படுத்தப்படாத அணுப் பிளவு அது. இத்தகைய பிளவில் ஒரு விநாடியின் மிகச் சிறு பகுதிக்குள் 1, 3, 9, 27, 81, 243, 729, 2187, 6561, 19683......என்று வேகமாக அணு மையங்கள் பிளந்து விடும். இந்த மாதிரிப் பெருகாமல் சிதைவைத் தேவையான அளவுக்குக் கட்டுப்படுத்தி இயக்க முடியும்.

நியூட்டிரான் அணுவின் மையத்தில் உள்ள துகள். அதற்கு மின் சக்தி கிடையாது. நடுநிலையில் உள்ளது அது (நியூட்ரல்). ஆகவே அணு மையங்களைப் பிளக்கும் சாதனமாக நியூட்டிரான்கள் பயன் படுகின்றன. சிற்சில சந்தர்ப்பங்களில் நியூட்டிரான் சிதைந்து ஒரு புரோட்டானுகவும் ஒரு எலெக்டிரானுகவும் மாறுவதுண்டு.

பீட்டா கதிர் வீச்சு அணு மையத்திலிருந்து பாயும் துகள்களின் கற்றை. இந்த ஒவ்வொரு துகளும் ஒரு எலெக்டிரான். ஆனல் இது, அணு மையத்தைச் சுற்றிச் சுழலும் எலெக்டிரான் அல்ல. மையத்தில் உள்ள நியூட்டிரான் சிதைந்து எலெக்டிரானுக உருமாறிய துகள் (நியூட்டிரான் என்னும் தலைப்பைக் காண்க).

பிணைக்கும் சக்தி அணு மையத்திற்குள் புரோட்டான்களையும் நியூட்டிரான்களையும் சேர்த்துப் பிணைத்து வைக்கும் சக்தி. புரோட்டான்கள் நேர் மின் சக்தி கொண்டவை. ஆதலால் ஒன்றுக் கொன்று விலகி ஓட வேண்டும். ஆனல் அப்படி ஓடாமல் அவை கட்டுண்டு கிடக்கின்றன. இந்தப் பிணைக்கும் சக்தி என்ன இயல்புள்ளது என்று தெரிய வில்லை. ஆனல் அது மின் சக்தியோ, ஈர்ப்புச் சக்தியோ இல்லை.

பிளவு படு மூலகம் நியூட்டிரான்களைக் கொண்டு தாக்கினல் பிளவுபடக்கூடிய அணு மையம் கொண்ட மூலகம்.

புரோட்டான் அணு மையத்தில் உள்ள துகள். இது நேர் மின் சக்தி (+) கொண்டது. ஒவ்வோர் அணு மையத்தைச் சுற்றியும் எத்தனை எலெக்டிரான்கள் சுழல்கின்றனவோ, அத்தனை புரோட்டான்கள் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில் எலெக்டிரான்களின் எதிர் மின் சக்தியைச் சரியாக ஈடு கட்டக்கூடிய அளவுக்கு நேர் மின் சக்தி வேண்டும். அதனல்தான் அதே அளவுக்குப் புரோட்டான்களும் இருக்கின்றன.

மாறுதானப் பொருள் திணிவு அணுச் சிதைவு தொடர்ந்து நிகழ வேண்டுமானல் யுரேனியம், தோரியம், போன்ற அணு எரி பொருள் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு இருக்க வேண்டும். மிகவும் குறைவாக இருந்தால், சிதைவில் வெளியாகும் நியூட்டிரான்கள் மற்ற மையங்

களைத் தாக்காமல் வெளியே ஓடிவிடும். தொடர்க்கிரியை நின்று விடும்.

மின் சக்தி அணு மையத்தில் உள்ள நேர் மின் சக்தி (+) கொண்ட புரோட்டான்களுக்கும் அதன் புறத்தே சுழலும் எதிர் மின் சக்தி (—) கொண்ட எலெக்டிரான்களுக்கும் இடையே இயங்கும் சக்தி. இந்தச் சக்தியினால்தான், எலெக்டிரான்கள் வெளியே தப்பித்துக் கொண்டு ஓடிவிடாமல் அணு மையத்தையே சுற்றிச் சுற்றிவருகின்றன.

மூலகம் அல்லது தனிமம் (Element) எந்தப் பொருளில் உள்ள எல்லா அணுக்களிலும் அவற்றைச் சுற்றிவரும் எலெக்டிரான்களின் எண்ணிக்கையும், மையத்தில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் ஒரே அளவாக இருக்கின்றனவோ, அந்தப் பொருள் மூலகம் எனப்படும். இப்படிப்பட்ட அணுக்கள் யாவும் ஒரே இரசாயன இயல்புள்ளவை.

ரெண்ட்சென் ஒரு கன சென்டி மீட்டர் அளவுள்ள காற்றில், 0° சென்டிகிரேட் வெப்பத்தில், ஒரு யூனிட்டு மின் சக்தி(நிலை மின் சக்தி)யை உண்டாக்கும் எக்ஸ்-ரே அல்லது காம்மா கதிர் அளவு.

வேகமற்ற நியூட்டிரான் குறைந்த வேகத்தில், அதாவது சுமார் ஒரு விநாடிக்கு ஒரு மைல் வீதம் பாயும் நியூட்டிரான். (சில நியூட்டிரான்கள் ஒளியின் வேகத்தில், அதாவது ஒரு விநாடிக்கு 186000 மைல் தூரம் பாயும்). யுரேனிய-235-ன் அணு மையங்களைப் பிளக்க வேகமாக இயங்கும் நியூட்டிரான்கள் பயன் படுகின்றன.

1

அணுசக்தி அரிச்சுவடி

அணுவின் அமைப்பு

அணு மிக மிகச் சிறியது. அந்தச்சிறிய அளவை மனதினால் நினைத்துப் பார்க்கக்கூட முடியாது. இந்த அணுதான் பொருள்களுக்கு அடிப்படை. இந்த அணுவைக் கொண்டுதான் எல்லாப் பொருள்களும் கட்டப்பட்டுள்ளன.—கல்லாலும் மண்ணாலும் கட்டிடம் கட்டப்படுவதுபோல, இந்தச் சிறிய அணுவோ இன்னும் எவ்வளவோ சிறிய பல பகுதிகளால் அமைந்த ஒரு சிக்கலான கூட்டு. அந்தப் பகுதிகள் நுட்பமான முறையில் ஒன்றையொன்று இழுத்துக் கொண்டு சம நிலையில் நிற்கும் பல சக்திகள் இயங்குகின்ற ஒரு களத்தில் ஓயாமல் பரபரத்துக்கொண்டேயிருக்கின்றன. இதை மனதில் வாங்கிக் கொள்வது கடினம். ஆகையால் விஞ்ஞானிகள் அணுவைப்பற்றி ஒழுங்கான சித்திரம் ஒன்றை உருவாக்கியிருக்கிறார்கள். அவ்வகைச் சித்திர உருவத்தை மாடல் என்று ஆங்கிலத்தில் அழைக்கிறார்கள். அதை "மாதிரி" என்று நாம் அழைப்போம். இந்த "மாதிரி"யைக் கவனித்தால், விஞ்ஞானிகளாக இல்லாவிடினும் அணுவின் அமைப்பைப் பற்றிய முக்கியமான செய்திகளை நாம் அறிந்துகொள்ள இயலும். தற்காலத்திலும் வருங்காலத்திலும் அணுசக்தி எவ்வளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்று அறிய, அணு இயலின் அடிப்படைத் தகவல்களை நாம் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும். இந்த "மாதிரி"யைக் கவனித்தால் அவை நமக்கு நன்கு புரியும். இந்தப் படத்தைப் பாருங்கள்.

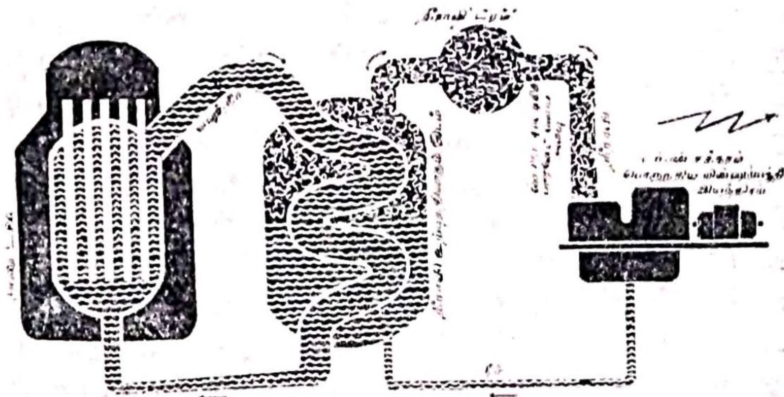
ஒன்றைத் தயாரிக்கும் திட்டம் இது. இந்த ஐந்தாண்டுத் திட்டத்திற்கு மொத்தமாக 35 கோடியே 80 லக்ஷம் டாலர் செலவாகும் என்று எதிர் பார்க்கப் படுகிறது. இந்தச் செலவை அணுசக்திக் குழுவே பெரும்பாலும் ஏற்றுக் கொள்ளும். இந்த ஐந்து உலைகளையும் தயாரிக்க பல தனியார் கம்பெனிகளுடன் அணுசக்திக் குழு ஒப்பந்தம் செய்து கொண்டிருக்கிறது.

முதலாவது அமுக்க நீர் அணு உலை ராணுவ உபயோகத்திற்கின்றி பொது வாழ்க்கைக்காகவே முழுவதும் பயன்படும் இந்த உலை 1957-ம் ஆண்டு டிஸம்பர் 19-ம் தேதியன்று இபங்கத் தொடங்கியது டிசம்பர் 23-ம் தேதியன்று 60 ஆயிரம் கிலோவாட் மின் சக்தியை உற்பத்தி செய்தது. 1958-ம் ஆண்டு மேமாதம் 26-ம் தேதியன்று ஐஸன் ஹோவர் இதைத் துவக்கிவைத்தார்.

அதனுல் எழுந்த மின்சார சக்தி பல மைல்கள் கடந்து சென்றது. ஷிப்பிங் போர்ட்டிலுள்ள ஒரு பிரும் மாண்ட மண் புரட்டும் இயந்திரத்தை அந்த மின் சக்தி இயங்கச் செய்தது. இந்தத் திறப்பு விழா நடந்ததுமுதல் கட்டட வேலைகளும் வேகமாக முன்னேறி வருகின்றன. இதற்கு 8½ கோடி டாலர் செலவாகும். டுக்கேன்ஸ்லைட் கம்பெனி என்ற ஸ்தாபனம் இந்த உலையின் பணியை மேற்கொண்டுள்ளது. அணு உலையை உருவாக்குவது, அமைப்பு, நிர்மாணம் ஆகிய பொறுப்புக்களை வெஸ்டிங் ஹவுஸ் மின்சாரக் கழகம் ஏற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. அணுசக்திக் குழு இதற்காக அந்தக் கம்பெனியுடன் ஓர் ஒப்பந்தம் செய்து கொண்டிருக்கிறது.

மேற் கூறிய உலை எவ்வாறு இயங்கும் என்று 14-ம் படத்தைப் பார்த்தால் தெரியும். அணு உலையின் உள் மையத்தில் திடவடிவில், வலுவாக்கப்பட்ட

யுரேனியத்தை வைத்திருக்கும் இந்த உலையில், நியூட்டிரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்கச் சாதாரணத் தண்ணீரே பயனுகும். இந்தத் தண்ணீர், மிக்க அழுத்தத்திற்கு உள்ளானது. அணுசக்தியின் இயக்கத்தால் இந்த நீர் வெப்பமுறும் பொழுது அதன் வெப்பநிலை மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். ஆனுலும் அழுத்தத்தின் காரணமாக, அந்தத் தண்ணீர் நீராவியாக மாருது. இந்த நீர் வெப்ப மாற்றி என்ற ஓரிடத்திற்குப் போகிறது. அந்த இடத்தில் அழுத்த முற்ற நீரின் வெப்பத்தை மாற்றி குழாய்களில் சுற்றிச் சுற்றி ஓடி வரும் தண்ணீரை நோக்கி அனுப்புகிருர்கள். வெப்பம் இந்த நீரை நீராவியாக மாற்றுகிறது. இந்த நீராவி டர்ப்பைன்களை இயக்குவதின் மூலம் சாதாரண மின் உற்பத்தி இயந்திரத்தை ஓட்டுகிறது. நாட்டிலஸ் என்ற நீர் மூழ்கிக் கப்பலிலுள்ள அணு மின் சக்தி இயந்திரம் இந்த உலையை மாதிரியாகக் கொண்டு அமைக்கப் பட்டதுதான்.



படம் 14. அமுக்க நீர் அணு உலை

சாதாரண எரி பொருள்களைப் பயன்படுத்தி இயங்கும் மற்ற மின் உற்பத்தி ஸ்தாபனங்களோடு போட்டி போடும் அளவுக்குச் சிக்கனமாக இந்த உலை மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யாது. ஆனால், உலையின் மாதிரி, அதன் வேலை முறை, அதற்காகும் செலவு— முதலியவை சம்பந்தமாக அனுபவம் உண்டாகும். ஓர் உலையை இயக்கி நடத்திப்பார்த்தால் தான் இந்த அனுபவம் கைகூடும். இந்த அனுபவத்தின் பயனாக, பிற்பாடு அரிய பயன்கிடைக்கும். ஐந்தாண்டுத்திட்டத்தில் குறிக்கப்பட்ட மற்ற உலைகளை எந்த மாதிரி அமைப்பது, எப்படி நிர்மாணிப்பது, ஆகிய விஷயங்களை இந்த உலையின் மூலம் பெற்ற அனுபவம்தான் நிர்ணயம் செய்யும். அணுசக்தியின் ஆக்கப்பயன்களைப் பகிர்ந்து கொள்ள உலக முழுவதும் ஒத்து உழைக்க வேண்டும் என்று ஜனாதிபதி ஐஸன் ஹவர் வகுத்துள்ள திட்டத்திற்கும் இந்த அனுபவம் வெகுவாக உதவும். ஏனெனில், சிறு சிறு மாற்றங்களைச் செய்தால் இந்த உலைக்குச் வலுவாக்கப்பட்ட யுரேனியம் தேவையாயிராது. சாதாரண யுரேனியத்தைக் கொண்டே இதை இயக்கலாம். அழுத்தம் ஏற்றப்பட்ட தண்ணீரும் வேண்டியிராது. கன நீரை வேகம் அடக்கியாகவும் குளிர்விக்கும் பொருளாகவும் உபயோகித்துப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்த மாதிரி சிறு மாற்றங்களைச் செய்தால் இவ்வகை அணு மின் உற்பத்திக் கூடங்களைப்போல அயல் நாடுகளிலும் கட்டமுடியும். வலுவாக்கப்பெற்ற யுரேனியத்தை உபயோகிக்கும் சிறந்த ஸ்தாபனங்களை மட்டுமே நிறுவுவதானால், இன்னும் அதிகக்காலம் பிடிக்கும். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் மின் உற்பத்தி செய்ய இது சிக்கன முறையாக இல்லாவிட்டாலும், பண்டைக் காலச் சேமிப்புக்களான

சாதாரண எரி பொருள்கள் சொற்பமாகவே கிடைக்கும் வேறு பல நாடுகளில் இந்த உலை மிகவும் பயன் உள்ளதாக இருக்கும். அந்த நாடுகளில் அதிகச் செலவில்லாமலோ இப்பொழுது கிடைப்பதைவிட இன்னும் மலிவாகவே மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யவும் உதவும். மின்சார சக்தி போதிய அளவு இல்லாமல் மிகவும் முடைப்படும் பிற நாடுகளுக்கு இவ்வகை அணு உலையால் உதவி செய்யமுடியும். ஆகவே இதைத் தயாரிப்பது மிகவும் முக்கியமான பணி என்றே சொல்ல வேண்டும்.

ஸோடியம் கிராவைட்டு அணு உலை என்ற இரண்டாவது வகை உலை வட அமெரிக்க விமானப் போக்குவரத்து கம்பெனியால் நிறுவப்பட்டு வருகிறது. அணு சக்திக் குழுவிற்காக இது கட்டப்படுகிறது. சுமார் ஒரு கோடி டாலர் செலவில் இது கட்டி முடிந்து விடும் என்று எதிர்பார்க்கிறார்கள். இந்த உலையை முதன் முதலில் ஆராய்ச்சிக் கென்றுதான் திட்டமிட்டார்கள். அந்த முதல் திட்டத்தில் வெப்பத்தை மாற்றி நீராவியைத் தயாரிக்கக் கூடும் என்பதை மனக் கண்ணால்கூடப் பார்க்கவில்லை. உலையிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பத்தை வான வெளியில் ஏற்றி இறைத்து விடுவது என்பதுதான் அப்பொழுது இருந்த யோசனை. ஆனால் அதை வீணாக இறைக்காமல், அந்த வெப்பத்தைக் கொண்டு நீரை நீராவியாக மாற்றி, டர்பைன்களையும் மின் உற்பத்தி இயந்திரங்களையும் இயக்க முடியும் என்பது இப்பொழுது தெரிகிறது. சோடியம் க்ராவைட்டு அணு உலை சுமார் 7500 கிலோவாட்டு மின் சக்தியை உண்டாக்கும் என்று எதிர்பார்க்கிறார்கள்.

அதைப்போலவே, அணுசக்தியின் வரலாற்றில் நிகழ்ந்த பெரும் மேதைகளைப்பற்றியும் இங்கே கூறவில்லை. அவர்களைப் பற்றியும் வேறு பல நூல்கள் வந்திருக்கின்றன.

ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் முயற்சிகளைப் பற்றி இதில் அதிகமாகக் கூறப்பட்டிருக்கிறது. இதனால் மற்ற நாடுகள் அணுசக்தியைப் பற்றி ஒன்றும் செய்யவில்லை என்று அர்த்தமாகாது. மற்ற நாடுகளும் இத்துறையில் எவ்வளவோ முன்னேறியிருக்கின்றன. பல நாடுகள் தாங்கள் பெற்ற அறிவைப் பிறருக்கு அளிக்கவும் முன்வந்துள்ளன.

அணுசக்தியும் அதன் சமாதானகாலப் பயன்களும்

ஜனாதிபதி ஐஸன்ஹோவர்

பேரவைத் தலைவி அவர்களே! அங்கத்தினர்களே!

இங்கே பேசவேண்டும் என்று பிரதம—காரியதரிசி ஹாமர்ஷீல்ட் எனக்கு விடுத்த அழைப்பு பெர்முடாவில் கிடைத்தது. அழைப்பு வந்த சமயம், கிரேட் பிரிட்டன், பிரான்ஸ் நாடுகளின் பிரதமர்களோடும், அயல் நாட்டு அமைச்சர்களோடும் முக்கியமான சர்ச்சைகள் சிலவற்றை நான் தொடங்கியிருந்தேன். நாங்கள் அப்போது சர்ச்சை செய்தது நம் உலகை ஆட்டிவரும் சில முக்கியமான பிரச்னைகளையே.

பெர்முடா மகாநாடு முடியும் வரையில், இந்தப் பேரவையின் முன் பேசும் பெருங் கௌரவத்தைத் [illegible] நான் எண்ணியிருந்தேன். அந்தக் கௌரவம் ஐ. நா. ஸ்தாபனத்தின் பேரவையின் முன் உரை நிகழ்த்தும் பெரும் பேறும் உங்கள் முன் நிற்கும் எனக்கு இன்று வாய்த்திருக்கிறது.

இந்தப் பேரவை முன் நின்று உங்களைக் காணும் பொழுது ஒருவித மகிழ்ச்சி என்னுள் கிளர்ந்து [illegible]கிறது.

இங்குள்ள [illegible]